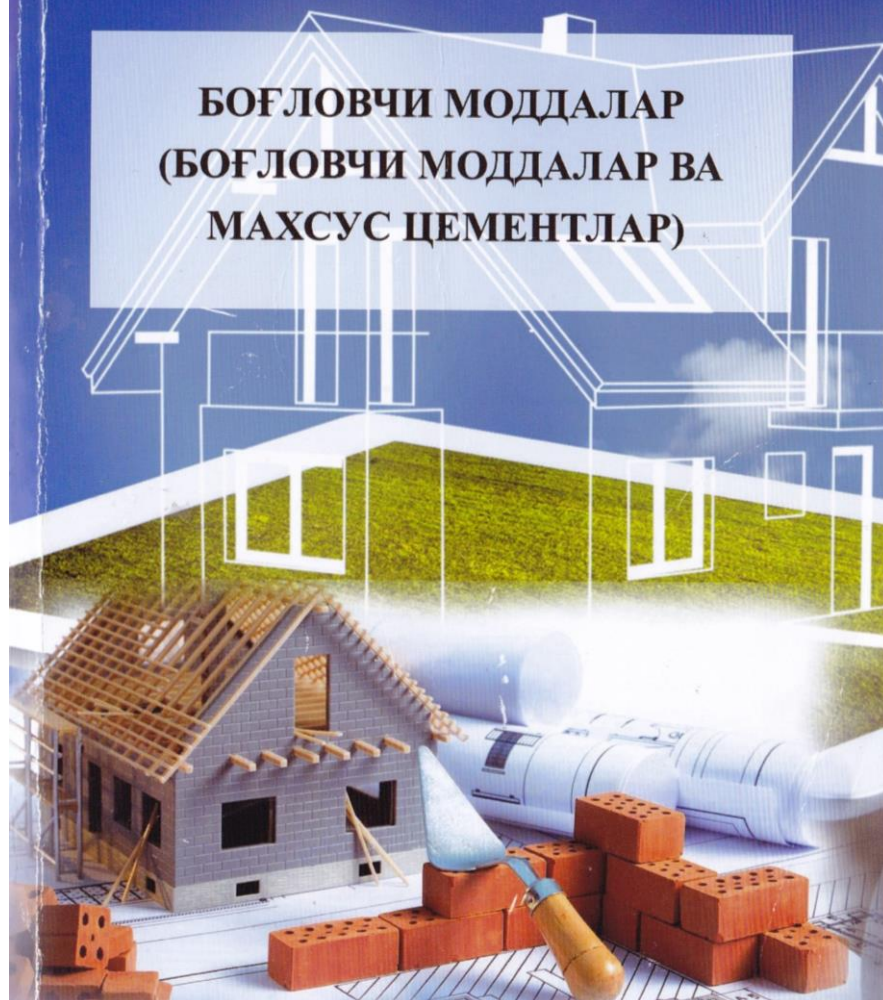


666.97
Q-53

1943

Д.Ш. Кадилова

**БОҒЛОВЧИ МОДДАЛАР
(БОҒЛОВЧИ МОДДАЛАР ВА
МАХСУС ЦЕМЕНТЛАР)**



666.97
Q-53

1943

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ

Д.Ш. Кадилова

**“БОҒЛОВЧИ МОДДАЛАР”
(БОҒЛОВЧИ МОДДАЛАР ВА МАХСУС ЦЕМЕНТЛАР)**

40500 – “Қурилиш материаллари, буюмлари ва конструкцияларини
ишлаб чиқариш” таълим йўналиши учун

TAQI Axborot resurs markazi

№

8/11

Тошкент – 2019

Қодирова Д.Ш. Боғловчи моддалар. (Боғловчи моддалар ва махсус цементлар). Дарслик

Тошкент арихтектура-қурилиш институти илмий-услубий кенгашининг 2018-йил 30-ноябрдаги 3-сонли баённомасида дарслик сифатида чоп этишга тавсия этилган. Ушбу дарслик қурилиш мутахассислиги бўйича талабаларни ва магистрларни тайёрлаш учун мўлжалланган.

Махсус цементлар яратиш ва уларни ишлаб чиқариш соҳаси цементшунослик фани ва технологиясининг жадал ривожланишига сабаб бўлади. Дарсликда махсус цементларни турлари, уларнинг ишлаб чиқаришда қўлланишдан хом-ашёлар саноат чиқиндиларини турлари технологик чизмалари, хоссалари, хусусиятлари, ишлатиш соҳаси берилган.

Дарсликда махсус цементларни қотиш жараёнида физик-кимёвий асослари ёритилган, уларни бошқариш учун қўшимчалар классификацияси келтирилган ва улар асосида турли хил бетон буюмлари ишлаб чиқариш мумкинлиги келтирилган.

Боғловчи моддалар (Боғловчи моддалар ва махсус цементлар). Дарслик (Қодирова Д.Ш. 160 бет, ТАҚИ 2019 й.)

Дарсликда портландцемент ишлаб чиқаришига керак бўлган хом-ашё, ишлаб чиқариш технологиясини усуллари, цементни қотиш жараёнлари, хоссалари ва хусусиятлари келтирилган. Портландцемент ишлаб чиқаришда халқаро саноатида қўлланидиган қўшимчалар классификацияси, уларни ишлатилиш усули, миқдори батафсил ёритилган. Дарсликда муаллиф томонидан илмий-тадқиқот ишлари натижалари келтирилган, хусусан микротўлдиргичли боғловчилар ҳақида. Портландцементнинг ҳар хил шароитда соҳада ишлатилиш муносабати билан унинг турли хили ёритилган. Уларнинг хоссалари хусусияти, гидратация механизмига таъсир этувчи омиллар берилган.

Дарсликни таркиби ўқув дастурига мос илмий рефератлар, мақолалар бакалавр дипломини ёзишга қўмаклашади.

Тақризчилар: “Қурилиш материаллари буюмлари, конструкциялар технологияси” кафедраси мудири т.ф.н., доцент Шакиров Т.

ЎзРФА Умумий ва ноорганик кимё
институтини “Силикатлар кимёси”
лаборатория мудири к.ф.д., проф.

Қодирова З.Р.

АННОТАЦИЯ

В данном учебнике рассмотрены специальные цементы, применяемые для изготовления бетонных и железобетонных изделий конструкций, а также даны сведения об отходах производства, используемые для производства вяжущих и бетонов.

АННОТАЦИЯ

Ушбу дарсликда бетон ва темир бетон буюмлари, конструкциялар тайёрлаш учун қўлланидиган махсус цементлар кўриб чиқилган ҳамда боғловчи моддалар ишлаб чиқариш учун ишлатиладиган саноат чиқиндилари ҳақида маълумотлар келтирилган.

ANNOTATION

In this textbook special cements used for the manufacture of concrete and reinforced concrete products and structures are considered, as well as information on production wastes used for the production of binders.

МУНДАРИЖА

	Кириш	7
I-Бўлим	Портландцемент	9
1-Боб	Портландцемент клинкерининг кимёвий-минералогик таркиби	9
2-Боб	Цементларни ишлаб чиқариш технологиясини асослари	20
3-Боб	Цементларни қотиши ва хоссалари	43
4-Боб	Цемент қоришмаси ва қотган цементтошнинг тузилиши, хусусиятлари, ҳамда уларнинг омилларга боғлиқлиги	48
5-Боб	Тез қотувчи юқори мустаҳкам цементлар	69
6-Боб	Сиртки актив қўшимчали цементлар	71
6.1	Сиртифаол қўшимчалар	71
6.2	Пластифицирланган портландцемент	80
6.3	Гидрофоб портландцементлар ва қўшимчалар	83
7-Боб	Чўкмайдиган портландцемент	93
8-Боб	Сульфатга бардошли портландцемент ва экзотермиялик портландцемент	95
9-Боб	Пуццолон портландцементлар	98
9.1	Сунъий кислотали фаол минерал қўшимчалар	99
9.2	Пуццолон цементлар	100
9.3	Оҳак-пуццолон боғловчи	104
9.4	Оҳак-қулли боғловчилар	107
10-Боб	Шлак ва шлакли цементлар	108
10.1	Шлаклар ва уларни турлари	108
10.2	Шлакпортландцемент	115
10.3	Сульфат шлакли цемент	119
10.4	Оҳак-шлакли боғловчилар	121
10.5	Шлак-ишқорли боғловчи	123
10.6	Тез қотувчи шлакли портландцемент	128
10.7	Шлак-магнезиал портландцемент	129
11-Боб	Буғлатилишда қотувчи портландцемент	130
12-Боб	Йўл ва аэродром қопламалари бетонлар учун портландцемент	133
13-Боб	Асбестоцемент маҳсулотлари ишлаб чиқариш учун портландцемент	135
14-Боб	Тампонаж цементлар	137
14.1	Махсус тампонаж цементлар	139
14.2	Тампонаж тузумларини қотиши ва тузилишни ҳосил қилишдаги жараёнлар	143
14.3	Ҳарорат ва босимнинг тампонаж тузумлар тузилиш	144

	механик хоссаларига таъсири	
15-Боб	Автоклав ишловида қотувчи цементлар	146
16-Боб	Цемент – қулли аралашмалар	149
17-Боб	Микротўлдиригичли цементлар	150
17.1	Бархан қумини микротўлдиригич сифатида қўлланиши	153
17.2	Микротўлдиригич (бархан қуми) ва суперпластификатор С-3ни цементни қотиш жараёнига таъсири	158
18-Боб	Оқ ва рангли цементлар	166
19-Боб	Махсус цементлар	170
19.1	Гипс цемент – пуццолон боғловчи	171
19.2	Қурилиш қоришмалари учун цементлар	171
19.3	Нурланишдан сақловчи цементлар	172
19.4	Исиққа чидамли бетонлар учун цементлар	173
19.5	Цемент – полимер аралашмалар	175
19.6	Белито портландцемент	178
19.7	Магнезиал портландцемент	179
II-Бўлим	Гилтупроқли цемент ва унинг асосидаги цементлар	181
20-Боб	Гил тупроқли цемент ишлаб чиқариш	182
20.1	Гил тупроқли цементини қотиши	185
20.2	Гил тупроқли цементларни хоссалари ишлатилиш соҳаси	186
21-Боб	Гил тупроқли цемент турлари	189
22-Боб	Кенгаювчан ва зўриктирилган цементлар	191
22.1	Кенгаювчанцементлар таркиби, хоссалари ва ишлатиш соҳаси	191
22.2	Зўриктирилган цементлар	192
23-Боб	Гипс гилтупроқли кенгаювчан цемент	194
III-Бўлим	Фосфат қоришмалли цементлар	199
24-Боб	Фосфат цементлар	199
25-Боб	Сульфаталюминатли цементлар	201
IV-Бўлим	Кислотага чидамли цементлар	204
26-Боб	Кислотага чидамли кварцли цемент ва унинг турлари	204
	Фойдаланилган адабиётлар	

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	7
I-часть	Портландцемент	9
1-Глава	Химический и минералогический состав портландцемента	9
2-Глава	Основы технологии производства цемента	20
3-Глава	Твердение цемента и его свойства	43
4-Глава	Структура цемента и цементного камня	48
5-Глава	Быстро твердеющий цемент	69
6-Глава	Цементы с поверхностно активными добавками	71
6.1	Поверхностно активные добавки	71
6.2	Пластифицированные цементы	80
6.3	Гидрофобные добавки и портландцементы	83
7-Глава	Безусадочный портландцемент	93
8-Глава	Сульфатостойкий и экзотермический портландцемент	95
9-Глава	Пуццолановые портландцементы	98
9.1	Искусственно кислотные активные минеральные добавки	99
9.2	Пуццолановые цемент	100
9.3	Известково-пуццолановые вяжущие	104
9.4	Известково-золиные вяжущие	107
10-Глава	Шлаковые цементы	108
10.1	Шлаки и его разновидности	108
10.2	Шлакпортландцемент	115
10.3	Сульфато шлаковые цементы	119
10.4	Известково-шлаковое вяжущее	121
10.5	Шлако-щелочное вяжущее	123
10.6	Быстротвердеющий шлакопортландцемент	128
10.7	Шлако-магнезиальный портландцемент	129
11-Глава	Портландцемент твердеющий при тепловой обработке	130
12-Глава	Портландцемент для дорожных и аэродромных покрытий	133
13-Глава	Портландцемент для производства асбесто цементных изделий	135
14-Глава	Тампонажные цементы	137
14.1	Специальные тампонажные цементы	139
14.2	Процессы протекающие при твердении тампонажных структур	143
14.3	Влияние температуры и давления на механические свойства тампонажных структур	144
15-Глава	Цементы автоклавного твердения	146

16-Глава	Цементо-золиные смеси	149
17-Глава	Цементы с микрозаполнителями	150
17.1	Использование барханных песков в качестве микрозаполнителей	153
17.2	Влияние микрозаполнителя (барханные пески) и суперпластификатора С-3 на процесс твердения	158
18-Глава	Белые и цветные цементы	166
19-Глава	Специальные цементы	170
19.1	Гипсо-цементно-пуццолановое вяжущее	170
19.2	Цементы для строительных смесей	171
19.3	Противорадиационные цементы	172
19.4	Жаростойкие цементы	173
19.5	Цементо-полимерные смеси	175
19.6	Белито портландцемент	178
19.7	Магнезиальный портландцемент	179
II-часть	Глиноземистые цементы и цементы на его основе	181
20-Глава	Производство глиноземистых цементов	182
20.1	Твердение глиноземистого цемента	185
20.2	Свойства глиноземистого цемента и область применения	186
21-Глава	Разновидности глиноземистого цемента	189
22-Глава	Расширяющийся и напрягающий цемент	191
22.1	Состав расширяющегося цемента, свойства и область применения	191
23-Глава	Глиноземистый расширяющийся цемент	194
III-часть	Цементы фосфатного-твердения	199
24-Глава	Фосфатный цемент	199
25-Глава	Сульфато алюминатный цемент	201
IV-часть	Кислотостойкие цементы	204
26-Глава	Кислотостойкие кварцевые цементы и цементы на его основе	204
	Список использованной литературы	208

CONTENT

	Introduction	7
I-Part	Portlandcement	9
1- Chapter	Chemical and mineralogical composition of Portland cement	9
2- Chapter	The basics of cement production technology	20
3-Chapter	Hardening of cement and its properties	43
4-Chapter	The structure of cement and cement stone	48
5-Chapter	Fasthardeningcement	69
6-Chapter	Cements with surface active additives	71
6.1	Surfaceactiveadditives	71
6.2	Plasticizedcements	80
6.3	Hydrophobic additives and Portland cements	83
7-Chapter	Untouchedportlandcement	93
8-Chapter	Sulfate-resistant and exothermic portland cement	95
9-Chapter	Puzzolaniccements	98
9.1	Artificially acidic active mineral supplements	99
9.2	Puzzolaniccements	100
9.3	Lime-pozzolanicadditives	104
9.4	Lime-ashbinders	107
10-Chapter	Slagcements	108
10.1	Slaganditsvarieties	108
10.2	SlacPortlandcement	115
10.3	Sulphateslagcements	119
10.4	Lime-slagbinder	121
10.5	Slag-alkalinebinder	123
10.6	Fast hardening slag Portland cement	128
10.7	Slag-magnesiaportlandcement	129
11-Chapter	Portland cement hardening during heat treatment	130
12-Chapter	Portland cement for road and airfield pavements	133
13-Chapter	Portland cement for the production of asbestos cement products	135
14-Chapter	Wellfittingcement	137
14.1	Specialgroutingcements	139
14.2	The processes occurring during the hardening of cement structures	143
14.3	Effect of temperature and pressure on the mechanical properties of cement structures	144
15-Chapter	Autoclavedcements	146
16-Chapter	Cement-ashmixtures	149
17-Chapter	Cementswithmicrofillings	150
17.1	The use of sand dunes as micro fillings	153

17.2	Effect of microfill (barchan sands) and C-3 superplasticizer on the hardening process	158
18-Chapter	Whiteandcoloredcements	166
19-Chapter	Specialcements	170
19.1	Gypsum-cement-pozzolanicbinder	170
19.2	Cementsforbuildingmixtures	171
19.3	Radiationcements	172
19.4	Heat-resistantcements	173
19.5	Cement-polymerblends	175
19.6	BelitoPortlandcement	178
19.7	Magnesianportlandcement	179
II-Part	Aluminous cements and cements based on it	181
20-Chapter	Production of high alumina cements	182
20.1	Hardening of alumina cements	185
20.2	The properties of alumina cements and field of application	186
21-Chapter	Varieties of high alumina cement	189
22-Chapter	Expandingandstrainingcement	191
22.1	The content of expandingcement, properties and field of application	191
23-Chapter	Aluminousexpandingcement	194
III-Part	Phosphatehardeningcements	199
24-Chapter	Phosphatecement	199
25-Chapter	Sulphatealuminatecement	201
IV-Part	Acid-resistantcements	204
26-Chapter	Acid-resistant quartz cements and cements based on it	204
	References	208

КИРИШ

Инсонларнинг чиройли баланд биноларга бўлган эҳтиёжларини қондиришда, биноларнинг мустаҳкамлиги ва чиройини таъминлашда боғловчиларнинг ўрни жуда муҳимдир. Замонавий қурилиш материаллари орасида портландцемент энг прогрессив, универсал, қурилишда темир-бетон замонини яратган боғловчи деб ҳисобланади.

Боғловчи модда – бу туйилган кукунни маълум бир шароитда сув билан қориштирганда қуюқ ҳолатга келтирилиб, секин бўтқа ҳолатидан қотиш жараёнига ўтиб, сунъий тошга айланадиган қурилиш ашёсидир. Боғловчилар органик, аноорганик ва органик – минерал гуруҳларга бўлинади.

Махсус техник хусусиятларга эга бўлган цементларни яратишга қурилиш конструкцияларини ва иншоотларни кўп турлари ҳар ҳил муҳитларда ишлатилиши сабаб бўлди. Махсус цементлар йилнинг ҳар ҳил вақтида иқлим шароитларида қурилиш ишлари учун мўлжалланган.

Махсус цементларни ишлаб чиқаришни ташкил қилиш, цемент тўғрисидаги ишини ривожланишига ва унинг ишлаб чиқариш технологиясини такомиллаштиришга асосланган замонавий тушунча ва тажрибалар универсал цемент яратилишини тасдиқламайди, аммо цементни қурилиш – техник хоссаларини, уларни бир қатор омилларга, айниқса клинкернинг кимёвий-минерологик таркибига, унинг ишлаб чиқариш технологиясигагина цементнинг моддий таркибига боғланишини ўрганиш натижасида махсус цементлар яратилди. Бу цементлар хоссалари ёки ишлатиш соҳаси бўйича фарқ қиладилар, масалан тез қотувчи, сульфатга бардошли ёки тампонаж газ ва нефть қазилмалар, автомобил йўллар, асбестоцемент буюмлар учун. Махсус цементлар таркибини (80% атрофида) портландцемент клинкери эгаллайди.

Маълумки, Ўзбекистон ҳудудида авлод-аждодларимиз яратган ва сақланган тарихий обидалар, архитектура мажмуалари бутун дунё халқлари

эътиборини жалб этади. Буюк Амир Темури “агар сиз бизни кўнглимизга ишонч ҳосил қилмоқчи бўлсангиз, биз қурган биноларга қаранг” – деб айтган сўзлари давлатни ва бизни халқ эга бўлган қурилиш потенциалини ёрқин намоёни бўлади. Ундан ташқари, ўша даврда яратилган мажмуалар, саройлар бизда қурилиш материалларини ишлаб чиқаришни ривожланиши тўғрисида далолат беради. Бунга Ўзбекистон ҳудудидан Буюк ипак йўли ўтиши ҳам кўмаклашди ва қурилиш материаллари ишлаб чиқариш учун қом-ашё захиралари, қонлари мавжудлиги имкон беради.

Ўзбекистон Республикаси Президенти Ш.Мирзиёевнинг давлат ташаббусига биноан бутун мамлакат бўйлаб янги ва ишлаб турган саноат объектларининг қурилиши ҳамда қайта қурилиши кўзда тутилган. Қишлоқ ҳалқини яшаш шароитини яхшилашга алоҳида эътибор берилади ва янги қурилиш материаллари яратилиши кўзда тутилади.

Ўзбекистонда ишлаб чиқарилган цемент Россия, Турманистон, Қозоғистон, Қирғизистон, Афғонистон, Эрон ва бошқа давлатларга экспорт қилинаётти.

Хар ким цемент нималигини билади, аммо у билан доимий ишлаганлар бу ажойиб кулранг кукунни қандай қилиб олиншини билмайдилар ва у сув билан аралаштирилганда мустаҳкамлиги ва қаттиқлиги бўйича кремний билан солиштирган моддага айланади

Ханс Кюль

I-Бўлим. ПОРТЛАНДЦЕМЕНТ

Портландцемент деб таркибида кальций силикатлари (70 — 80%) устунлик қиладиган клинкер ва (3 — 5%) гипсни биргаликда майда туйиб ҳосил қилинадиган, сувда ҳам, ҳавода ҳам қотадиган гидравлик боғловчи моддага айтилади. Оҳактош ва гилдан иборат бўлган унли қоришмани куйдириб, клинкер ишлаб чиқарилади. Гипсни қотиш муддатини ва тезлигини назорат қилиш учун қўшилади. Таркиби бўйича портландцемент қўшимчасиз, минерал қўшимчали ва шлакопортландцементга бўлинади. Портландцемент олишдаги энг муҳим технологик жараёнлар куйидагилардир:

А) хом ашёвий аралашмани тайёрлаш;

Б) бу қоришмани ўтда тоблаб клинкер ҳосил қилиш;

В) клинкер, гипсни ўта майдалаб туйиб, қўшимчалари билан биргаликда кукунга айлантириш.

Хомашёвий аралашма асосан 75 — 80% кальций карбонати CaCO_3 ҳамда 25 — 20% гилдан ташкил топади. Сунъий қоришмада гил бутунлай ёки қисман бошқа моддалар: домна шлаки, нефелин шлами, кул, диатомит, трепел билан аралаштирилиши мумкин. Цемент кимёси бўйича еттинчи ҳалқаро конгрессда (Париж, 1980 й.) кўп мамлакатларнинг олимлари sanoat чиқиндиларидан кенг фойдаланиш мақсадга мувофиқ эканлигини таъкидладилар. Бу ўринда таркиби клинкер олиш учун зарур бўлган моддалар (силикатлар) га бой бўлган домна шлаки ниҳоятда қимматли хомашё ҳисобланади. Масалан: глинозем ишлаб чиқаришда ҳосил бўлувчи

нефелин шламининг таркибида 25 — 30% SiO_2 , 50 — 59% CaO , 2 — 5% Al_2O_3 бўлади, цемент олиш учун унга 15 — 20% оҳактош қўшиш кифоя, шунда печь лар самарадорлиги 20% га ошади, ёқилги сарфи эса 20 — 25% га камаяди.

Хом ашёвий аралашма курук, хўл, чатиштирилган усулларда тайёрланади. Ишлаб чиқариш усулини танлаш хомашёвий аралашмани тайёрлаш хусусиятларига боғлиқдир. Ҳар бир усул ўз афзалликларига ва камчиликларига эга.

1-Боб. Портландцемент клинкернинг кимёвий-минералогик таркиби.

Кимёвий таркиби: цементнинг сифати куйдириладиган хомашёвий қоришманинг кимёвий таркибига боғлиқ. Шу туфайли клинкерни кимёвий таҳлил қилиш унинг сифатини назорат қилиш воситасидир. Бунда нафақат CaO , Al_2O_3 , SiO_2 , Fe_2O_3 , MgO каби энг муҳим оксидлар, балки хом ашёнинг таркибида учровчи MnO , Na_2O каби иккинчи даражали ташкил қилувчиларнинг миқдори ҳам аниқланади. Одатда бу оксидларни клинкердаги миқдори куйидаги чегараларда фоииз ҳисобида:

CaO 63 — 66.

MgO — 0.5-5

SiO_2 21-24.

SO_3 — 0.3-1

Al_2O_3 4-8.

$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ — 0.4-1

Fe_2O_3 2-4.

$\text{TiO}_2 + \text{Cr}_2\text{O}_3$ — 0.2-0.5

P_2O_5 — 0.1-0.3

Буларнинг натижавий миқдори 95 — 97% ни ташкил қилади.

CaO — кальций оксиди клинкернинг энг асосий ташкил қилувчисидир. Юқори сифатли цемент олиш учун ундаги CaO эркин ҳолатда эмас, балки кислотавий оксидлар — SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 лар билан кимёвий боғланишда бўлиши лозим. Клинкерда эркин ҳолда қолган CaO миқдори 1% ошмаслиги керак, акс ҳолда цемент хажмининг нотекис ўзгариши ходисасини юзага келтиради. Юқори ҳароратда куйдириш жараёнида ортиқча оҳак ўта даражада куйиб кетади. Шу туфайли унинг сўниши қоришма юмшоқ бўлган ивиш пайтида эмас, балки цемент массаси қотиб бўлган пайтда юз беради. Оҳакнинг сўниши хажмидаги кучли кенгайишлар билан биргаликда юз бергани туфайли, бу ҳол ёрилишлар ҳосил қилувчи ва бетон ёки қоришманинг бузилишига олиб келувчи кучланишлар пайдо қилади.

CaO миқдорининг ортиши (унинг албатта кислотали оксидлар билан бирикишида) мустаҳкамликни орттиради ҳамда цементнинг қотиш жараёнини тезлаштиради, аммо сувга чидамлилиги камаяди.

Кремнезём - SiO_2 ҳам клинкернинг энг муҳим ташкил этувчилардан биридир, у глинозем Al_2O_3 ҳамда темир оксиди Fe_2O_3 билан биргаликда кальций оксидининг CaO бирикишини ва шу билан биргаликда портландцементда гидравлик қотиш хоссасига эга бўлган бирикмаларнинг ҳосил бўлишини таъминлайди. Цементда SiO_2 нинг ортиши билан тутиб қолиш жараёни секинлашади, биринчи муддатларда қотиш жараёнини тезлиги янада секинроқ кечади. Кейинги муддатларда мустаҳкамликнинг етарлича изчил орта боришида унинг сувга, сульфатли сувларга чидамлиги ҳам ортади.

Гилтупрок Al_2O_3 — (катта миқдорда бўлганда) портландцемент бошланғич муддатларда анча тезроқ тутиб қолади ва қотади, аммо цемент мустаҳкамлиги ортишининг кейинги жараёни секинлашади, цементлар сувга сульфатларга ва совуққа чидамсиз бўлади.

Темир оксиди Fe_2O_3 — клинкернинг пишиш ҳароратини пасайтиради. Темир оксидига бой бўлган цементлар таркибида гилтупрок, ҳатто кремнезём кам бўлганда ҳам, улар секин тутиб қоладилар, узоқ вақт давомида қотадилар, сульфатга чидамли бўладилар.

Магний оксиди MgO — унинг клинкердаги миқдори 5% дан ортмаслиги керак. Чунки магний оксидининг анчагина қисми периклаз кўринишида эркин ҳолатда бўлиши билан изоҳланади. У юқори ҳароратда қуяди, қоришма ва бетон қотаётганда сув билан жуда секин бирикади (гидратланади). Ортиқча миқдори ўз навбатида цемент хажмининг нотекис ўзгаришига сабаб бўлади ва шу туфайли бузилишларга олиб келади.

Титан (IV) оксиди TiO_2 — ҳамиша гилнинг таркибида бўлади ва клинкерда 0,3% дан ортиқ бўлмаган миқдорда учрайди. Клинкер минералларининг яхшироқ кристаллланишига ёрдам бергани туфайли унинг оз миқдорларда бўлиши фойдалидир.

Марганец оксиди MnO — клинкерда 1,5% гача ва домна шлакидан фойдаланилганда янада кўпроқ миқдорда мавжуд

бўлади. Na_2O — K_2O ишқорлари клинкерда 0,5% дан 1% гача бўлади ва K_2O — Na_2O га нисбатан кўпроқ бўлади. Цементнинг тутиб қолиш муддати барқарорлашувининг ва цемент маҳсулотларида айнишлар юзага келишининг сабабчиси бўлганлиги туфайли ишқорларнинг мавжуд бўлиши мақсадга мувофиқ эмас.

SO_3 — олтин гугурт ангидрит гипс кўринишида бўлиб цементнинг тутиб қолиш муддатини бошқариш учун керак бўлади.

Минералогик таркиби

Клинкернинг асосий минераллари: алит, белит, уч кальцийли алюминат ва тўрт кальцийли алюмоферрит.

Алит - $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ — клинкернинг портландцементнинг қотиш тезлигини, мустаҳкамлигини ва бошқа хусусиятларини белгиловчи энг муҳим минералларидир ва клинкерда 45 — 60% миқдорда бўлади. У уч кальцийли силикат, ҳамда унинг тузилиши ва хусусиятларига катта таъсир қилиши мумкин бўлган, озгина (2-4%) миқдордаги MgO , Al_2O_3 , P_2O_5 , Cr_2O_3 ва бошқа аралашмаларнинг қаттиқ қоришмасидан иборат. Алит учта полиморф модификацияларда учрайди. Цементнинг мустаҳкамлигига ва хоссаларига алитнинг кристаллларининг ўлчами, кўриниши, кристалланиш даражаси таъсир этади.

Белит $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ - клинкернинг муҳимлиги ва миқдори (15—30%) бўйича иккинчи силикатли минералдир. У секин қотади, аммо портландцемент узок вақт қотганда катта мустаҳкамликка эришади. Белитни тўрта полиморф модификацияси мажжуд: $\alpha\text{-C}_2\text{S}$, $\alpha'\text{-C}_2\text{S}$, $\beta\text{-C}_2\text{S}$, $\gamma\text{-C}_2\text{S}$.

$\beta\text{-C}_2\text{S}$ ни $\gamma\text{-C}_2\text{S}$ га ўтиши абсолют хажмини тахминан 10% кўпайиши билан ўтади, натижада модда заррачалари бўлинади ва кунунга айланади $\gamma\text{-C}_2\text{S}$ 100°C ҳароратда сув билан таъсирлашмайди ҳамда боғловчи хусусиятига эга бўлмайди. Белитни гидравлик фаоллиги кристаллларни тузилишига

боғлиқ, масалан, кристалллар зич думалоқ кўринишида бўлса, цементлар юқори мустаҳкамликка эга бўлади.

$\beta\text{-C}_2\text{S}$ ҳамда озгина (1-3%) миқдордаги Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , Cr_2O_3 нинг қаттиқ қоришмасидир. 525°C дан паст ҳароратда клинкернинг совишида $\beta\text{-C}_2\text{S}$, $\gamma\text{-C}_2\text{S}$ га ўтиши мумкин ва ўтиш базавий масофанинг катталашishi билан, яъни белитнинг молекуляр тузилишининг юмшаши билан бирга кечади. $\beta\text{-C}_2\text{S}$ нинг зичлиги $\gamma\text{-C}_2\text{S}$ нинг зичлигидан катта бўлгани туфайли полиморф ўтиш белитнинг абсолют хажмининг тахминан 10% га кенгайишига олиб келади ва бунинг натижасида клинкер дончалари (гранулалари) кукун бўлиб сочилиб кетади. Ўз-ўзидан сочилиб кетиш клинкернинг майдаланишини енгиллаштиради, бироқ $\gamma\text{-C}_2\text{S}$ кукун 100°C ҳароратда амалда сув билан таъсирлашмайди, яъни боғловчи хусусиятига эга эмас. Шу туфайли белитнинг γ — шаклга ўтишига тўсқинлик қилиш лозим. $\beta\text{-C}_2\text{S}$ нинг барқарорлашувига баъзи бир аралашмалар (1-3%) миқдордаги Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , Cr_2O_3 шунингдек клинкерни совуткич қурилмаларида тез совутиш ёрдам беради. Бунда таркибда белитнинг думалоқлашган кўринишидаги зич кристалллари бўлган клинкер олинади.

Портландцемент клинкердаги силикатли минералларнинг миқдори тахминан 75 — 82% ни ташкил қилса, қолган 18 — 25% алит ва белит кристалллари орасидаги хажми тўлдирувчи оралик моддалардир. Бу моддалар C_3A — уч кальцийли алюминатнинг ва алюмоферрит кальций — C_4AF нинг кристалллари, шиша ва иккинчи даражали кристалллар ва бошқалардан иборат. C_3A — уч кальцийли алюминат — клинкерда 3-15% миқдорда бўлади. C_3A шаклида учрайди, таркиби $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ дан иборат мураккаб таркибли қаттиқ аралашмаларни ҳосил қилсада, у қадар катта мустаҳкамликка эга эмас. Бетоннинг сульфатли емирилишига учрашининг сабабчиси.

$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ — тўрт кальцийли алюмоферрит 10 — 20% миқдорда бўлади. Портландцемент гидролизланишида қотиш тезлигига ва иссиқлик ажралишига маълум таъсир кўрсатмаслиги туфайли гидролизланиш тезлиги бўйича алит ва белит ўртасидаги оралик вазиятни эгаллайди.

Клинкер шишаси 5—15% миқдорда бўлади, асосан CaO , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , лардан ташкил топади. Унда MgO ва ишқорлар одатда кўп учрайди.

Магний оксиди MgO — алюмоферритли фаза ва клинкер шишаси таркибига периклаз кўринишида киради, шунингдек 5% дан ортиқ бўлмаган миқдорда эркин ҳолатда ҳам учрайди, ортиқ ҳолатда MgO цемент сув билан бирикиб $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ҳосил қилади ва бу эса ҳажмий ўзгаришларга олиб келади.

CaO — эркин ҳолатдаги кальций оксиди — доначалар шаклида бўлади. Унинг миқдори 1% дан ортмаслиги лозим.

Ишқорлар ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{K}_2\text{O}$) — клинкернинг алюмоферитли фазасига кирадилар, шунингдек цементда сульфатлар кўринишида ҳам бўладилар.

Клинкер хусусиятлари, классификацияси ва портландцементлар номенклатураси

Цемент клинкернинг сифати қуйидагилар билан ифодаланади.

1. Кимёвий таркиби.
2. Энг асосий оксидлар миқдорлари.
3. Асосий оксидлар ўртасидаги фоиз ҳисобидаги муносабатларни тўғрилаб турувчи модулларнинг сонли қиймати.

Аввал боғланган кальций оксид миқдорининг кислотали оксидлар миқдориغا нисбатини ифодаловчи ва фоиз ҳисобида 1,7 — 2,64 ораликда ўзгарувчи қуйидаги битта асосий гидравлик модулдан фойдаланилган:

$$\text{АсМод} = \frac{(\text{CaO ум-СаО эрк}) \%}{[(\text{SiO}_2 \text{ ум-SiO}_2 \text{ эрк}) + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3] \%};$$

Аммо клинкернинг сифатини биттагина модуль бўйича баҳолаш етарли эмас экан, шунинг учун яна иккита модуль: силикатли ва гилтупроқли модуллари киритилади.

Силикатли (кремнотўғил)

$(\text{SiO}_2 \text{ ум-SiO}_2 \text{ эрк}) \%$

$$\text{CM} = \frac{(\text{SiO}_2 \text{ ум-SiO}_2 \text{ эрк}) \%}{(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3) \%};$$

$(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3) \%$

Бу модулни сонли қиймати: портландцемент учун 1.7-3.5, сульфатбардошлиси учун эса 4 ва ундан ортиқ ораликда ўзгаради.

Гилтупроқли (ёки алюминатли) модуль ГМ.

$\text{Al}_2\text{O}_3 \%$

$$\text{ГМ} = \frac{\text{Al}_2\text{O}_3 \%}{\text{Fe}_2\text{O}_3 \%};$$

$\text{Fe}_2\text{O}_3 \%$

Оддий портландцемент учун - 1,0 — 2,5 ораликда узгаради.

Юқори CM да хом ашёвий аралашма қийин бирикади, цемент секин тутиб қолади ва қотади, аммо юксак мустаҳкамликка эга бўлади. ГМ нинг қиймати кам бўлган ҳолда портландцемент минераллашган сувларга нисбатан юксак бардошликка, каттароқ қийматларда эса пасайган яқуний мустаҳкамликка эга бўлади.

Г.Кюль кислотали оксидларнинг кальций оксиди билан тўйиниш даражаси деб аталувчи Тк — тўйиниш коэффициентини киритган. «Идеал» клинкерда у бирга тенг бўлади ва таркибида асосан $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, ва $2\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ бўлади. Рус тадқиқотчилари В.А. Кинд, В.Н. Юнгар цемент клинкердаги асосий оксидларни нисбатини баҳолаш учун ўзларининг формулаларини таклиф этдилар:

$$\text{CaO ум} - \text{СаО эрк} - 1,65 \text{ Al}_2\text{O}_3 - 0,35 \text{ Fe}_2\text{O}_3 - 0,7 \text{ SiO}_2$$

$$\text{Тк} = \frac{\text{CaO ум} - \text{СаО эрк} - 1,65 \text{ Al}_2\text{O}_3 - 0,35 \text{ Fe}_2\text{O}_3 - 0,7 \text{ SiO}_2}{2,8 (\text{SiO}_2 \text{ ум} - \text{SiO}_2 \text{ эрк})};$$

$2,8 (\text{SiO}_2 \text{ ум} - \text{SiO}_2 \text{ эрк})$

ва уни тўйиниш коэффициентлари деб атадилар. Хомашёвий аралашмаларни ҳисоблашда қуйидаги соддалаштирилган тўйиниш коэффициентлари формулаларидан фойдаланиш мумкин:

$$T_k = \frac{CaO - 1,65 Al_2O_3 - 0,35 Fe_2O_3}{2,8 SiO_2};$$

Заводда тайёрланувчи клинкерларда T_k нинг қиймати хом — ашё, қурилмалар ва қуйдириш шароитларига қараб 0,85 — 0,95 оралиқда ўзгаради ва ўзгариш хом-ашёнинг таркибига, хоссаига, қуйдириш мосламалари турига, шартларига ва бошқа омилларга боғлиқ. Клинкернинг хусусияти ёки сифати асосий клинкер — минераллари: C_3S (алит), C_2S (белит), C_3A , C_4AF — портландцементнинг боғловчилик хусусиятларини бош минералларнинг фоиз миқдори билан аниқланади.

Собиқ Иттифокда клинкернинг минерал таркибининг унинг кимёвий анализи натижаларига қўра В.А. Кинд формуласи бўйича аниқланади:

$$\%C_3S = 3,8SiO_2 (3T_k - 2)$$

$$\%C_2S = 8,6SiO_2 (1 - T_k)$$

Бунда: SiO_2 — клинкерда боғланган кремнезёмни миқдори, эрийдиган минералларнинг миқдорини фоизда илтипоқ модулининг ГМ қийматига қўра ҳисоблаб топилади.

$G_M > 0,64$ бўлганда

$$\%C_4AF = 3,04 Fe_2O_3; \% C_3A = 2,65(Al_2O_3 - 0,64Fe_2O_3)$$

$G_M < 0,64$ бўлганда

Бунда Al_2O_3 , Fe_2O_3 — уларнинг миқдори, %

Кальций сульфатнинг миқдорини фоизда, қуйидаги формула бўйича аниқланади: $\%CaSO_4 = 1,7\% SO_3$

Мамлакатда чиқариладиган портландцемент клинкернинг минерал таркиби қуйидаги оралиқларда ўзгаради: C_3S 45-60%, C_2S 20-30%, C_3A 5-12%, C_4AF 10-20%.

Уларнинг ҳисоблаб чиқилган миқдори 98-99% ни ташкил қилиб, одатда бунинг 75-82% ни силикатлар минераллари улушига 18-25% ни эса C_3A , C_4AF га тўғри келади. Клинкер таркибида C_3A ва C_4AF миқдори ортиқроқ бўлганда цементлар жуда тез қотишади ва тез қотувчи цементлар ишлаб чиқаришда ишлатилади, агар C_2S ва C_4AF миқдори баландда бўлса, бу ҳолда цементлар секин аста қотади. C_3A миқдори кўп бўлган цементлар эса тез тутиб қолади ва бошланғич муддатиди тез қотади, аммо совуққа ва агрессив муҳитларга барқарор эмас.

Клинкерлар классификацияси ва портландцементлар номенклатураси

Клинкер таркибидаги асосий минералларнинг миқдорига қараб улар классификацияланади (таснифланади).

С.Д. Окориков маълумотларига қўра, агарда клинкерни минерологик таркибини ўзгартирилса ва унинг асосида цемент ишлаб чиқарилса, бу ҳолда ҳар хил хусусиятли боғловчи моддалар олиш мумкин. Асосий минералларни миқдорига қараб клинкер қуйидагича таснифланади:

Асосий минераллар миқдори бўйича клинкер классификацияси (таснифланиши)

1-жадвал

Клинкер	Миқдори, %			
	C_3S	C_2S	C_3A	C_4AF
Алитли клинкерда	>60	<15	-	-
Нормал клинкерда (алит миқдори бўйича)	60-3,7	15-37,5	-	-
Белитли клинкерда	$<37,5$	$>37,5$	-	-
Алюминатли клинкерда	-	-	>15	<10
Нормал клинкерда (алюминат миқдори бўйича)	-	-	15-7	10-18
Цементли	-	-	<7	>18

Ҳозирги даврда бир неча хил цементлар кашф этилган ва ишлаб чиқарилмоқда. Жумладан: портландцемент қўшимчасиз ва фаол минерал қўшимчалар билан: тез қотувчи портландцемент, шлакли портландцемент, сульфатга бардошли портландцемент, оқ ва рангли портландцемент, кул ва кул шлакли, шлак — ишқорли, алунит цементлар, сувга талабчанлиги паст боғловчи модда: кенгаювчан ва зўриқтирилган, сувни ўтказмайдиган цементлар ва хоказолар.

2-Боб. Цементларни ишлаб чиқариш технологиясини асослари.

Клинкернаи ишлаб чиқариш учун хомашёвий моддалар сифатида юқори карбонатли бўлган оҳақтошлар (бўр, оҳақ) ҳамда таркибида SiO_2 , Al_2O_3 , FeO_3 бўлган моддалар (гил, оҳақгил) хизмат қилади. Оҳақтош ва гил тахминан 75-25, яъни 3:1 нисбатда бўлади ва 1 т цементга ўртача 1,6 т минерал хомашё сарфланади. Хомашёвий аралашмага миқдори у ёки бу, йўқса бир йўла иккала кислотавий оксиднинг миқдорини талаб этиладиган нормагача келтириш учун етарли бўладиган созловчи (корректирловчи) қўшимчалар қўшилади. Масалан, SiO_2 нинг миқдорини хомашёвий аралашмага маълум миқдорда кул, таркибида Fe_2O_3 бўлган колчедан куйиндиси қўшиб оширилади.

Хомашёни баҳолаш асосан икки белги: кимёвий таркиби ва физикавий хусусиятларига кўра амалга оширилади.

Физикавий хусусиятларнинг энг муҳимлари: хомашёнинг намлиги, минералогик, гранулометрик таркиби, мустаҳкамлиги, бегона аралашмаларнинг қай миқдорда мавжудлигидир.

Оҳақли жинслар — бу жинсларнинг барча турларидан бўр, оҳақтош, чиғаноқтошли оҳақтош, оҳақли туф, мрамрдан фойдаланиш мумкин. Бизнинг мамалакатимизда кўпроқ оҳақтош ва бўрдан фойдаланилади,

уларнинг таркибида 90% гача CaCO_3 ва озгина кум, гил моддалар мавжуд. Кимёвий таркибида CaO -50%, CO_2 -40% миқдорида бўлади.

Жинслар юқори даражада доломитланган ва гипсланган бўлса, улар цемент ишлаб чиқариш учун яроқсиз бўлиб қолиши мумкин.

Мергельлар — карбонат ангидридли кальций ва кўпгина майда кварцли кум билан аралашган гилнинг табиий қоришмасидан иборат бўлади. Улар куйдирилганда таркибидаги CaO , SiO_2 , R_2O_3 миқдори бўйича клинкерга яқин бўладилар.

Гилсимон жинслар — куйидаги турлари қўлланилади: гиллар, кумок тупроқ, гилли сланец, балчиқ ва балчиксимон кумок тупроқлар. Гилсимон жинсларнинг хомашёвий аралашмадаги асосий вазифаси уларда бўлган миқдордаги кислотали оксидлар нисбатини таъминлашдир. Гилсимон жинсларнинг яроқлилиқ ўлчами кимёвий таркиби ва гилтупроқли ҳамда кремнёзёмли модуллар киймати билан белгиланади. Намлик 15-25% оралиғида ўзгаради.

Шулар билан бир қаторда тадқиқотчилар гилсимон компонент сифатида базальтлардан, бокситлардан гилтупроқ олишда ҳосил бўладиган, таркибида 60% гача оксидлар бўлган қизил шлакдан, гилтупроқ ишлаб чиқаришда ҳосил бўладиган чиқинди — нефелин шламидан, таркибида 40-50% CaO бўлган домна шлакдан фойдаланишни тавсия қиладилар.

Фақатгина икки бошланғич компонентнинг нисбатини ўзгартириш йўли билан талаб қилинган кимёвий ва минералогик таркибли клинкер олишга қамиш ҳам эришавермаслиги туфайли, таркибида клинкерга етишмаётган бирон-бир оксиди кўп бўлган созловчи қўшимчалардан фойдаланилади. Масалан (CaO нинг) миқдори трепел, опока, диатомит ва бошқаларни қўшиб йўли билан кўпайтирилади.

Колчедан куйиндилари ёки темирли руда киритиш Fe_2O_3 нинг етишмаётган миқдорини қоплайди. Куйдиришда қаттиқ, суюқ, газсимон, ёқилгилардан фойдаланилади. Ёқилгининг нархи клинкер таннархининг

тахминан 40% ини ва тайёр цемент таннархининг 25% ини ташкил қилади. Шунинг учун ҳам цемент заводларида ёқилғини тежашга алоҳида эътибор билан қаралади. Ёқилғи турига қараб куйдириш печь лари танланади. Масалан: шахта печь ларда куйдиришда калта алангали кўмирлар ишлатилади. Айланма печь ларда узун алангали ёнилғи ёки мазут ишлатилади. Энг самарадорли ёнилғи бу табиий газдир, чунки печь ларни самарадорлигини ошириш билан бир қаторда ёнилғи сарфини камайтиради.

Портландцемент ишлаб чиқариш ва унинг усуллари.

Портландцементни ишлаб чиқариш куйидаги тартибда амалга оширилади:

- А) Хомашёвий моддаларни конлардан қазиб олиш ва заводга ташиб келтириш;
- Б) Хомашёвий аралашмани тайёрлаш;
- В) Пишириш учун хомашёвий аралашмани куйдириш ва клинкер ҳосил қилиш;
- Г) Клинкерга гипс ёки фаол минерал қушимчалар қўшиб туйиш ва портландцемент ҳосил қилиш;
- Д) Тайёр маҳсулотни омборларга (силосларга) жойлаш, сақлаш.

Барча технологик жараёнлар лозим бўлган таркибли ва сифатли клинкер олишни таъминлашга қаратилган. Хомашёвий аралашмани тайёрлаш белгиланган нисбатдаги компонентларни майдалаб туйиш ва аралаштиришда шундан иборатки, бу компонентлар ўртасида юз берадиган реакцияларни тўлиғини амалга ошишини ва клинкернинг бир жинсли бўлишини таъминлайди. Хомашёвий аралашма куруқ, ҳўл ва чатиштирилган усуллар билан чала куруқ қилиб тайёрланади. Энг кенг тарқалган ҳўл усул хомашёвий моддаларни туйиш ва уларни гомогенлашнинг соддалиги билан диққатни жалб этади. Бундан ташқари, бу усулда хизматчи ходимларнинг ишлашлари учун энг яхши санитар — гигиеник шароитлар

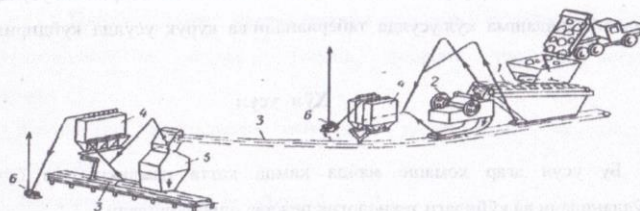
яратилади. Бироқ бу усул катта қувват сарфини талаб қилмайди. Куруқ усул ҳўл усулга нисбатан катта қувват сарфини талаб қилмайди ва нисбатан катта устунликка эга. Куйдиришда иссиқлик сарфи 40% гача камаяди. Технологиясининг мураккаблиги ҳамда кўп технологик асбоб-ускуналар талаб қилиниши бу усулнинг камчилиги ҳисобланади. Бироқ, техник — иқтисодий кўрсаткичлар мажмуасига кўра клинкер ишлаб чиқаришнинг куруқ усули ҳўл усулга нисбатан тежамлироқдир. Шу сабабли мамлакатимизда бу усул анча кенг қўлланилади. Чатиштирилган усулда хом ашёвий аралашма ҳўл усулда тайёрланади ва куруқ усулда куйдирилади.

Ҳўл усул

Бу усул агар хомашё майда ҳамда катта намликка эга бўлганда қўлланилади ва кўйидаги технологик режада олиб борилади.

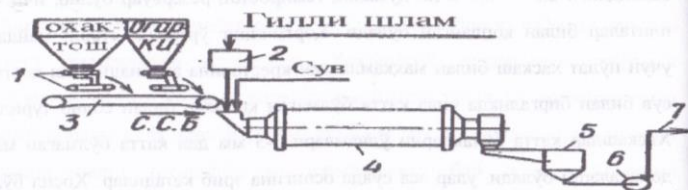
Юмшоқ жинслар (гил ва бўр) валикли майдалагичда да 10 см ўлчамли бўлакчаларга майдаланади ва сўнгра лойқоргичда сув билан ивителиди, қориштирилади. Суюқ оқувчан модда — шлам кўринишидаги хомашёвий аралашма 35-45% намликка эга бўлади, Лойқоргич — диаметри 10м ва баландлиги 2,5 — 3,5 м ли думалоқ темирбетон резервуар бўлиб, ичи чўян плиталар билан қопланган бўлади. Қоргичнинг ўртасида гилни майдалаш учун пўлат хаскаш билан маҳкамланган крестовина айланади. Гил қоргичга сув билан биргаликда унча катта бўлмаган қисмлар билан солиб турилади. Хаскашлар катта бўлакларни ўлчамлари 3-5 мм дан катта бўлмаган майда доначаларга бўлади, улар эса сувда осонгина эриб кетадилар. Ҳосил бўлган шлам майдаланган оҳақтош билан биргаликда туйиш учун сургичлар билан хомашёвий тегирмоннинг сарфловчи бункерларига ўтказилади. Агар карбонат хомашёси сифатида бўрдан фойдаланилса, у ҳолда уни аввал (майдалангандан сўнг) гил билан биргаликда қоргичда қорилади, сўнгра эса тегирмонда туйилади. Гилнинг йирик, эримаган доначалари идишнинг

тубида йиғилиб қолади ва вақти-вақти билан чиқариб ташланади. Хомашёвий аралашманинг иккинчи компоненти - оҳактош икки босқичда майдаланади (1-расм). Биринчиси лунжли, иккинчиси болғали тошмайдалагичда майдаланади ва ташувчи қурilmалар ёрдамида гилли шлам билан биргаликда туйиш учун хомашёвий аралашманинг компонентлари ўртасида аниқ нисбатни сақлаб туришга имкон берувчи автоматик бошқарувчиси бўлган узлуксиз ишлаб турувчи тарозили дозаторлар орқали шарли тегирмонга йўналтирилган (2-расм).



1-расм. Оҳактошни лунжли, болғали майдалагичда майдалашни технологик чизмаси:

1,4-енгсимон филтърлар; 2-лентали конвейер; 3-вентилятор; 5-лунжли майдалагич; 6-пластинкали озиқлантирувчи; 7-болғали майдалагич.



2-расм. Хом-ашёвий моддаларни майдалаш чизмаси.

1-ликопчасимон озиқлантирувчи ва тарози; 2-гил шламни озиқлантирувчиси; 3-тасмали транспортер; 4-тегирмон; 5-насос олдидаги идиш; 6-насос; 7-шламни ишлаб чиқариниға узатиш.

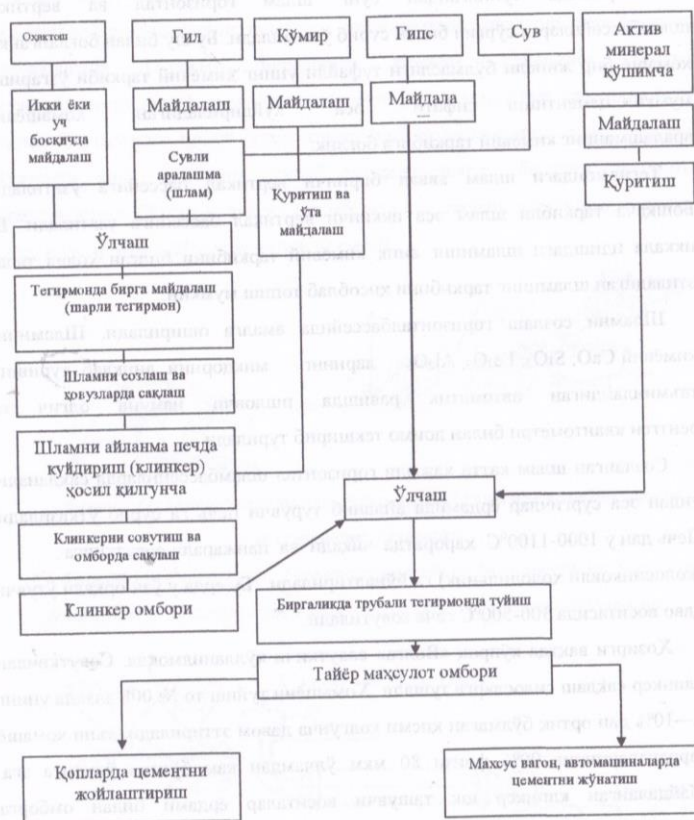
Тегирмонда туйилгандан сўнг шлам горизонтал ва вертикал шламбассейнларга сўргич билан суриб ўтказилади. Бу шу билан боғланганки, хомашё бир жинсли бўлмаслиги туфайли унинг кимёвий таркиби ўзгариши мумкин, цементнинг сифати эса куйдириладиган хомашёвий аралашманинг кимёвий таркибига боғлиқ.

Тегирмондаги шлам аввал биринчи вертикал бассейнга узатилади. Бошқача таркибли шлам эса иккинчи вертикал бассейнга узатилади. Бу иккала идишдаги шламнинг аниқ кимёвий таркибини билган ҳолда талаб этиладиган шламнинг таркибини ҳисоблаб топиш мумкин.

Шламни сошлаш горизонталбассейнда амалга оширилади. Шламнинг кимёвий CaO , SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 ларнинг миқдорини аниқлаб туришни таъминлайдиган автоматик равишда ишловчи намуна олгич ва рентген квантометри билан доимо текшириб турилади.

Созланган шлам катта ҳажмли горизонтал шламбассейнларда сақланади, ундан эса сургичлар ёрдамида айланиб турувчи печь га суриб ўтказилади. Печь дан у $1000-1100^\circ\text{C}$ ҳароратда чиқади ва панжарали совуткичга (колосниковли холодильник) га йўналтирилади. Бу ерда у ўзи орқали ўтувчи ҳаво воситасида $300-500^\circ\text{C}$ гача совутилади.

Ҳозирги вақтда кўпроқ «Волга» совуткичи қўлланилмоқда. Совуткичдан клинкер сақлаш силосларга тушади. Хомашёни туйиш то № 008 элакда унинг 8—10% дан ортик бўлмаган қисми қолгунча давом эттирилади, яъни хомашё заррачаларининг 90% фоизи 80 мкм ўлчамдан кам бўлган ўлчамга эга. Майдаланган клинкер юк ташувчи воситалар ёрдами билан омборга узатилади. Уни сақлаш вақтида баъзан эркин CaO моддада тутиб қолинади ва ҳавонинг намлигида сўнади ва бу ҳолатда клинкернинг хусусияти яхшиланади.



1-чизма. Ҳўл усулда портландцемент ишлаб чиқариш технологияси чизмаси

Курук усул

Энг тежамкор усул хомашёвий урни сепараторлар билан биргаликда ёпиқ циклда ишлаб, бир вақтда тўйиб ҳам қуритувчи тегирмонларда тайёрлашдир. Бундай тегирмонлардан хомашёнинг намлиги 8-10% дан ошмаган ҳолларда фойдаланилади. Бу усулда хомашёвий моддалар (оқитош, гил ва бошқалар) майдалашдан кейин қуритилади ва шарли тегирмонда № 008 элақда 6-10% қолдиқ қолгунча биргаликда туюлади (2-чизма). Хомашёвий урни қуйидагиларда қуйдирилади:

1. Олдиндан хомашёвий унга иссиқлик ишлови берилади ва калта айланма печь ларда қуйдирилади.

а) Циклонли иссиқ алмаштиргичлардан чиққан газлар билан модда 800-850°C га ча иситилади ва қисман карбонсизланади (30-40%);

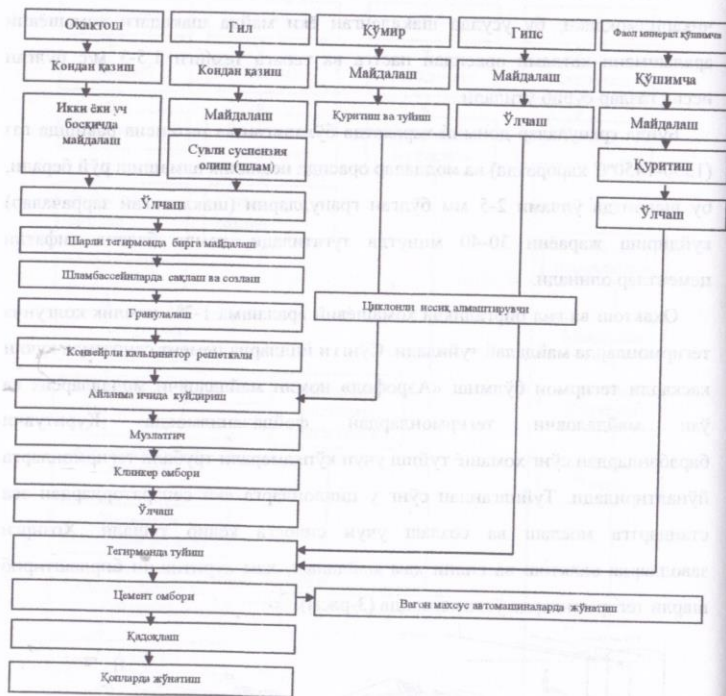
б) конвейерли кальцинаторларда (СаО га тўйинтирувчи мосламалар) печь лардан чиқадиған иссиқлик ҳисобига моддалар қуйдирилади.

Хомашёвий унинг гранула (думалоқ) шаклида автоматик шахта печь ларида қуйдириш мумкин. Курук усулда ишлаб чиқаришда цементни конвейерли кальцинаторлар билан биргаликда ишловчи айланувчи ("лепол" печь лари), шунингдек шахта печь ларида қуйдириш мумкин. Бу ва бошқа ҳолларда уни қуйдиришдан аввал хомашёвий ун шаккланади ва ўлчамлари 5-10мм дан 20-30 мм гача бўлган думалоқ заррачалар гранулалар олинади. Бунинг учун ликопчасимон грануляторлардан фойдаланилади. Шахта печь ларида хомашёвий думалоқ заррачалар (гранулалар) аввал тарқаётган тутун газлар билан қуритилади. Сўнгра улар пастга, баландроқ ҳароратли зонага қўчириб, 400-500°C гача қизигач, улардаги минералли гиллар сувсизланади.

Карбонсизланиш, яъни CO_2 нинг ажралиши ва унинг углевод билан таъсирлашиб СО ҳосил қилиши билан биргаликда келади.

Бу эса Fe_2O_3 ёки FeO тикланувчи реакция учун қулай бўлган муҳитни яратадик, у клинкернинг сифатини ёмонлаштиради.

Чатиштирилган усулни ишлаб чиқариш чизмаси



3-чизма. Чатиштирилган усулни инлаб чиқариши

Чатиштирилган усул

Бу усул ёқилғи сарфини ҳўл усулга нисбатан 20 — 30% га камайтириши мумкин. Бу хом-ашёвий аралашма ҳўл усулда тайёрланади, куйдириш жараёни эса куруқ усулда олиб борилади, яъни шлам махсус

асбобларда сувсизланади, сўнг куйдиришга печь га жўнатилади. Бирок электр қуввати сарфи ортиб боради.

Шунингдек, асосида хом-ашёвий аралашмани нурлантириш ёювчи радиацион - кимёвий усул устида ҳам бош қотирилмоқда (3-чизма).

Хомашёвий аралашмани гомогенлаш ва стандартга мослаш

Маҳсулотнинг доимий сифатини ва печь ларнинг оптимал ҳолатда ишлашини таъминлаш учун ишлаш жараёнида катъий аниқ ва ўзгармас таркибли хом ашёвий аралашма зарур бўлади. Бундай аралашмага созлаш (корректорлаш) йўли билан эришилади.

Созлаш жараёни икки ёки уч таркиби бўйича оралиқ қоришмаларни аралаштириб келтирилади, шундан сўнг куруқ хомашёвий аралашмани яна гомогенланиши лозим. Гомогенлангандан сўнг хомашёвий уннинг таркиби кальций оксиди миқдори бўйича текширилади (ун титри). Агар СаО миқдори талабларга мос келса, аралашма куйдириш учун йўналтирилади.

Хомашёни таркибига, бирлигига, ҳамда чиқарилаётган цементнинг таркибига, сифатига кўра хомашёвий қоришмани (титр) СаО бўйича тўйиниш коэффициенти, модулларни бири бўйича соналанади.

Вертикал шлам бассейнларнинг ҳажми 400-1000 м³ бўлиб, бетондан тайёрланади ва пневмоаралаштиргичлар билан таъминланган бўлади.

Созланган шлам (шихта) горизонталь шламбассейнларга солинади.

Горизонтал шламбассейнлар думалоқ шаклда диаметри 25 м, баландлиги 6-8 м, ҳажми 6000-8000 м³ бўлади. Янги заводларда шлам (шихста) таркиби ҳар соатда CaO, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃ бўйича автоматик рентгеноспектрометр билан аниқланади. Аниқлаш натижалари махсус ҳисоблаш асбoblари ёрдамида хомашёвий компонентларни нисбатини аниқлайди ва ҳисоблайди.

TAQI Axborot resurs markazi

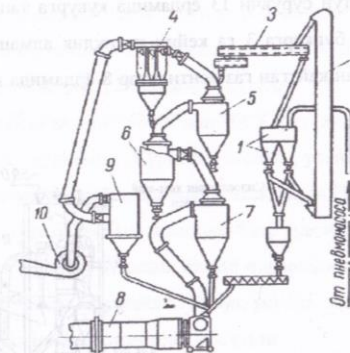
33

Хомашёвий аралашмани куйдириш ва клинкер олиш

Майдалаб туйилган ва яхшилаб аралаштирилган хомашёвий аралашма цемент куйдирувчи печь ларда $1350-1450^{\circ}\text{C}$ ҳароратда куйдирилади. Хомашёвий аралашмани куйдириш ҳўл ва курук усулда ҳам ишлаб чиқаришда асосан айланувчи печь ларда амалга оширилади. Айланувчи печь бир оз қия $3-4^{\circ}$ қилиб жойлаштирилган узун цилиндрдан иборат бўлиб, ичи оловбардошли зирхлар билан қопланган бўлади. Ўчоқнинг (хумдоннинг) узунлиги $95-185-230$ м, диаметри $4-7$ м бўлади.

Айланувчи печь лар (хумдонлар) қарама-қарши ёки тўғри қонунят бўйича ишлайди. Кукун (курук усулда) ёки шлам (ҳўл усулда) кўринишдаги хомашё автоматик таъминловчи воситасида печь га унинг юқори (совуқ) томонидан юборилади, қуйи (иссиқ) томондан эса $20-30$ метрли аланга кўринишда ёқилғи (табиий газ, мазут, ҳаво ва кўмир кукуни аралашмаси) пуфланади. Хомашё печь ь кўндаланг кесимнинг фақат бир қисминигина эгаллайди ва у печь да $1-2$ айланиш/мин. тезлик билан айланиб тургани ҳолда, турли ҳарорат бўлинмаларидан ўтиб секин аста пастга, ёнувчи газлар томонга қараб ҳаракатланади.

Баъзан куйдириш учун хомашёвий аралашмани қисман карбон газлардан қутилиши учун ва $800-850^{\circ}\text{C}$ ҳароратгача қиздирувчи, циклонли иссиқлик алмаштирувчи мослама бўлган айланувчи печь лардан фойдаланилади (4-расм).

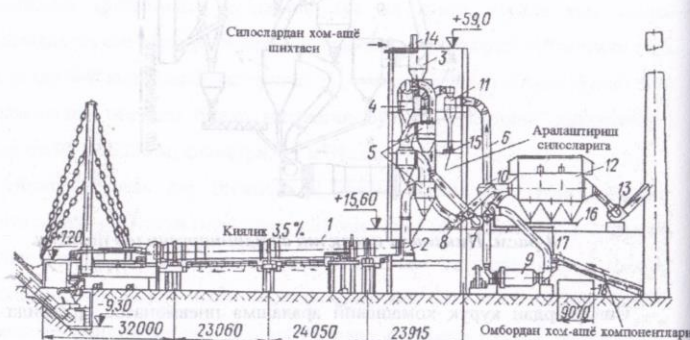


4-расм. Циклонли иссиқлик алмаштирувчилар тизими.

Силослардан курук хомашёвий аралашма пневмонасос ёрдамида печь нинг қабул қилувчи бункери 1 га йўналтирилади, бу ерда элеватор 2 ёрдамида моддалар тасмали транспортер 3 га узатилади ва ундан батареяли циклон 4га тушади. Циклон 5 дан қайтувчи газлар ёрдамида 6,7 циклонлардан ўтиб, печь 8га тушади. Циклонлардан ўтганда хомашёвий аралашма аста-секин $800-900^{\circ}\text{C}$ қизийди ва циклон 7 га келиб тушади. Тизимда газлар оқими тутун ютувчи 10 орқали ҳаракат қилади. 200°C қайта ишланган газлар циклон 9 да электрофилтрлар ёрдамида чангдан тозаланади. Баланд ҳароратлар зоналарини ўтиб, клинкер совуқ ҳаво оқими таъсирида совитилади. Печь дан клинкер $1000-1100^{\circ}\text{C}$ ҳарорат билан чиқади, музлатгичга жўнатилади ва у ерда $30-50^{\circ}\text{C}$ ҳароратгача совутилади. Совутилган клинкер сақлаш омборига, кейин майдалагичга юборилади. Майдаланган клинкер иқлим шароитига кўра берк ёки очиқ омборларда сақланади ва у ердан цемент ишлаб чиқариш учун тегирмонларга узатилади.

5-расмда хумдон ўлчами 4×60 м 1 циклонли иссиқлик алмаштиргич 5 билан таъминланган. Ўтаётган газлар газ ўтказувчи ва электрофилтрлар

тизими оркали тутун сўрувчи 13 ёрдамида қувурга ташланади. Хомашёвий шихта сарфловчи бункерга 3 га кейин иссиқлик алмаштирувчи 5 га келиб тушади. Хумдондан қайтган газ вентилятор 8 ёрдамида шарли тегирмон 9 га йўналтирилади.



5-расм. Айланма ўчоқ ва циклонли иссиқлик алмаштирувчилар қуйдириш цехи.

1-айланма хумдон 4х60м; 2-хумдоннинг совуқ томонидаги камера; 3-сарфловчи бункер; 4-циклонлар; 5-циклонли иссиқлик алмаштирувчи; 6-газ ўтказгич; 7,13-тутун ютувчи; 8-тегирмон вентилятор; 9-тегирмон; 10-сепаратор; 11-ажратувчи циклон; 12-электрофильтр; 14-енгсимон фильтр; 15-аэрожелоб; 16-шнеклар; 17-хом-ашё учун транспортер; 18-ётилги учун мослама.

Айланма печьларда клинкер қуйдиришда ўтадиган жараёнлар

Хомашёвий аралашмани қуйдириш ва цемент олиниши мураккаб физикавий, физик-кимёвий жараёнлар билан ўтади. Жараёнларни характерини қуйдириш ҳарорати аниқлайди. Шлам (хомашёвий аралашма) газларни таъсирида (300-600°C) сувсизланади ва қуюқлашади. Кейинчалик

йирик заррачаларга айланади. Печь узунлиги бўйича шлам йўналтирилади, хомашёвий аралашмада органик қўшимчалар 400-500°C да қуяди ва каолинит сувсизланиб, қуйидагича $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ҳосил бўлади.

Куриш бўлинмасида ҳарорат 600°C дан 700°C га узлуксиз ошиб боришида тушаётган хомашё қуриydi. Қуриган модда уваланади ва айланиб тушаётганда уваланган хомашё янада майда шаклларга бўлинади.

700-800°C ҳароратда бошқа гил компонентлар сувсизланади ва бу иситиш бўлими деб аталади. Бу икки бўлинма ишлаб чиқаришнинг ҳўл усулида печь узунлигининг 50-60% ини эгаллайди. Қуруқ усулда эса хомашёни иситиш бўлими бугланиш бўлинмаси ҳисобига қисқаради.

750-800°C ва ундан юқори ҳароратда таркибидаги моддалари орасида қаттиқ ҳолатда реакция бошланади, ва ҳар хил ўлчамдаги гранулалар ҳосил бўлади.

Карбонсизланиш бўлинмаси – узунлиги печь узунлигининг 20-23%ини ташкил қилади. Бу бўлинмада қуйдирилаётган модданинг ҳарорати 700°C дан 1100°C гача кўтарилади. Бу ерда кальций ва магний карбонат тузларининг бўлиниши жараёни ниҳоясига етади ва катта миқдордаги эркин кальций оксиди - CO_2 юзага келади. Ҳарорати 900-1100°C бўлган бўлим кальцийга бойитиш бўлими деб аталади.

CaCO_3 нинг термик бўлиниши – иссиқликнинг катта ютилиши билан кечувчи эндотермик жараён бўлиб, бу туфайли печь нинг шу бўлинмасида иссиқлик истеъмоли катта бўлади. Шу бўлинмада сувсизланган гилли минералларнинг SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 оксидларига парчланиши юз беради. CaO эса $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ва қисман $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ типидagi кимёвий бирикмаларни ҳосил қилади.

Экзотермик реакциялар бўлинмасида (1100-1250°C) 3CaO , Al_2O_3 , 4CaO , Al_2O_3 , Fe_2O_3 ҳосил бўлишининг қаттиқ фазали реакциялари кечади ва печь узунлигининг 5-7% ини эгаллайди, катта миқдорда иссиқлик чиқиши ва

модда ҳароратининг интенсив равишда ортиши ($150-200^{\circ}\text{C}$ га) билан биргаликда кечади.

Эриш бўлинишида $1300-1450^{\circ}\text{C}$ — (давомийлиги печь нинг $10-15\%$ ини ташкил қилади) печь нинг ҳарорати куйдириладиган модда учун энг юқори ҳарорат (1450°C) га эришади. Бу модданинг қисман эриши ва алит 3CaO , SiO_2 ҳосил бўлиши учун зарур. 1300°C да куйдириладиган модда ҳажмининг $20-30\%$ миқдори (нисбатан энгил эрувчи минераллар C_3A , C_4AIF , MgO , CaO ва аралашмалар) эрийди. Ҳароратнинг 1450°C гача кўтарилишида клинкер суюқлигида $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ва CaO эрийди ва эритмада улардан алит $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ҳосил бўлади. Алит эритмада ёмон эрийди, бунинг натижасида ундан майда кристаллчалар кўринишида минераллар ажралади. Алит ҳосил бўлиш жараёни модда $15-20$ минут эриш бўлинишида бўлганда тугайди. Печь нинг айланиб туришида модда узлуксиз равишда оқиб тургани туфайли майда заррачалар гранулалар билан аралашиб кетади. Ҳароратнинг 1450°C дан 1300°C га пасайиши эритмадаги MgO нинг (периклаз кўринишида) қотишга олиб келадиги, бу қотиш эриш бўлинишидан кейин келувчи совиш бўлинишида тугайди. Совиш бўлинишида клинкернинг ҳарорати 1300°C дан 1000°C гача пасаяди, бу ерда унинг тузилиши ва алит C_3S , белит C_2S ва бошқа минералларни периклаз, шишасимон фаза ҳамда иккинчи даражали ташкил этувчиларни ўз ичига олувчи клинкер таркиби буткул шаклланади. Клинкерда эркин оҳак CaO $0,5-1\%$ дан ортиқ бўлмаслиги керак.

Клинкер айланувчи печь дан тўқ кулранг ёки яшилсимон кулранг рангли гранулалар кўринишида чиқади. Клинкер печь дан чиқишида 1000°C га эга бўлади, турли турдаги совуткичларда $100-200^{\circ}\text{C}$ гача совитилади ва бир-икки ҳафта омборхонада сақланади.

Цемент ишлаб чиқаришнинг қуруқ усули сўнгги йилларда анчагина такомиллаштирилди. Энг кўп қувват талаб қилувчи жараён бўлмиш хомашёни карбонсизлантириш — айланувчи печь зиммасидан олиниб, бу жараён тезроқ кечувчи ва бунда (қайтаётган) газларнинг иссиғидан

фойдаланувчи декарбонизатор зиммасига юкланади. Хомашёвий аввал циклонли мосламалар тизимига тушиб, бу ерда муаллақ ҳолда (қайтаётган) газлар билан иситилади ва иссиқлигича декарбонизаторга узатилади. Иссиқликбергичларни декарбонизатор билан биргаликда печь нинг узунлиги тахминан икки маротаба қисқаради.

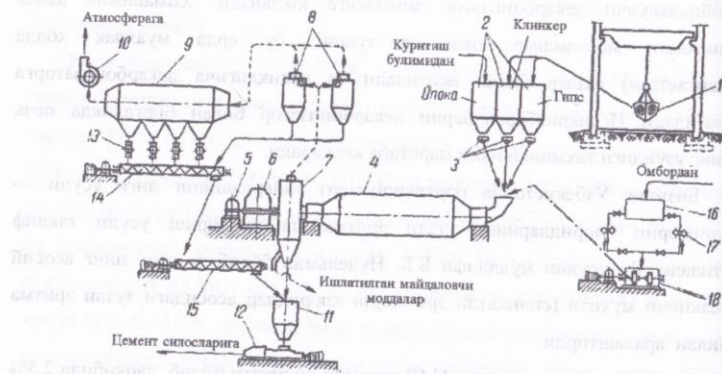
Бизнинг Ўзбекистонда портландцемент тайёрлашнинг янги усули — клинкерни хлоридларнинг тузли эритмасида куйдириш усули таклиф этилади. Бу усулни муаллифи Б.Б. Нудельман бўлиб, у печь нинг асосий реакцион муҳити (силикатли эритма)ни хлоридлар асосидаги тузли эритма билан аралаштирди.

Алунит — юқори асосли Al-Cl кальций силикати бўлиб, таркибида $2,5\%$ хлорид мавжуд. Бу ҳолда клинкер $3-4$ марта энгилроқ майдаланади, бу эса туйишнинг қувват сарфини камайтириш ва туювчи асбоблар сонини қисқартириши имконини беради. Алунитли цемент дастлабки муддатларда тезроқ гидратланади. Бироқ бу турдаги цементдан фойдаланилган конструкциялар тез емирилиши кузатилган. Бугунги кунда бу цементдан тайёрланган бетоннинг емирилишга чидамлилиги чуқур ўрганилмоқда.

Клинкерни туйиш

Портландцементни кўпчилик ҳоссалари хусусан фаоллиги, қотиш тезлиги, нафақат кимёвий ва минералогик таркиби билан аниқланади, балки маҳсулотни майдалик даражаси билан ифодаланади.

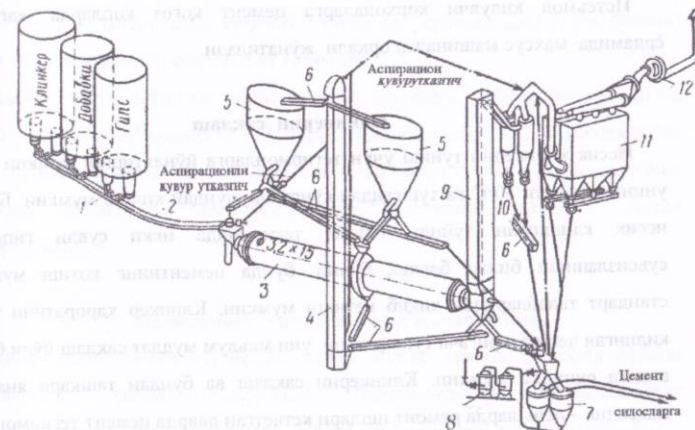
Цемент кукунининг ўлчами асосан $5-10$ мм дан $30-40$ мкм гача бўлган заррачалардан иборат. Портландцементнинг майдалик даражаси №02, №008 элакдаги қолдиғи ва кукунни сатҳ юзаси билан ифодаланади. Ҳозирги заводларда цемент №008 элакда $5-8\%$ қолдиқ қолгунча, сатҳ и юзаси $2500-3000 \text{ см}^2/\text{г}$ бўлгунча туюлади. Цементнинг майдалик даражаси $7000-8000 \text{ см}^2/\text{г}$ дан ошса, унда унинг мустаҳкамлиги ва қотиш тезлиги ҳам ошади.



6-расм. Очиқ цикл бўйича клинкер майдалани учун мослама чизмаси

1-кран; 2-тегирмоннинг сарфловчи бункерлари; 3-озиқлантирувчилар; 4-тегирмон; 5-бош ўтказгич; 6-асосий редуктор; 7-аспирацион камера; 8-циклонлар; 9-электрофильтр; 10-вентилятор; 11-цемент бункери; 12-насос; 13-юк туширувчилар; 14-йизма шнек; 15-узатувчи шнек; 16-майдалани тизлаштириш учун идиш; 17-насослар; 18-озиқлантирувчи.

Бу технологик жараён очиқ ёки ёпиқ цикл бўйича ишловчи айириш қурилмаларида амалга оширилади. Ичи пўлат зирх плиталар билан қопланган ва тешикли тўсиқлар билан икки-тўрт камерага бўлинган барабан қўринишидаги трубади тегирмон шулар жумласидандир. Хомашё улардаги, туювчи жисмлар — пўлат шарлар (йирик қилиб туювчи камераларда) ва цилиндрлар (майда қилиб туйиш учун) ёрдамида туйилади. Очиқ цикл бўйича ишлаётганда модда йирик туйиш камераси томонидан ғовак ўқ орқали келади, туйилган модда эса майда туйиш камерасидан чиқади (6-расм).



7-расм. Клинкер, гипс ва қўшимчаларни майдалани технологик чизмаси.

1-дозаторлар; 2-тасмали транспортер; 3-тегирмон; 4-элеватор; 5-сепараторлар; 6-аэрожелоб; 7-камерали насос; 8-сиқилган ҳаво фильтри; 9-шахта; 10-циклон; 11-енгсимон фильтр; 12-вентилятор.

Клинкерни туйиш жараёнини самарадорлигини ошириш учун сирти фаол моддалар қўшиш тавсия этилади. Масалан, милонафт, петролатум, сульфат-ачитқич ва ҳоказо. Бу моддаларнинг миқдори тажриба орқали ўрнатилади. Портландцементнинг тутиб қолишини секинлаштириш учун туйиш вақтида клинкерга (SO_2 нинг цементдаги умумий таркиби 3,5% дан ортмайдиган қилиб) гипс тоши қўшилади (2.7-расм). Ҳосил бўлган цемент ҳаволи сўргичлар орқали сақлаш омборларига жўнатилади.

Сўргичлардан ташқари ташиш воситалари сифатида чўмичли элеватор, пневматик ташувчилар, аэрожелоблар ишлатилади. Цементни одатда темирбетон силосларда ($d=8-18$ м, баландлиги 25-40 м) сақланади.

Истеъмол қилувчи корхоналарга цемент қоғоз қопларда, вагонлар ёрдамида махсус машиналар орқали жўнатилади.

Клинкерни сақлаш

Иссиқ клинкерни туйиш учун тегирмонларга йўналтириш мумкин эмас, унинг ҳарорати 50°C га тушгандан сўнггина шундай қилиш мумкин. Бу ҳол иссиқ клинкерни туйиш, баъзан тегирмонда икки сувли гипсининг сувсизланиши билан боғлиқ бўлиб, бунда цементнинг қотиш муддати стандарт талабларидан чиқиб кетиши мумкин. Клинкер ҳароратини талаб қилинган чегараларигача туширишни, уни маълум муддат сақлаш йўли билан амалга ошириш мумкин. Клинкерни сақлаш ва бундан ташқари яна бир мақсадни - печь ларда ремонт ишлари кетаётган даврда цемент тегирмонлари тўғри ишлашини таъминлаш учун захира заминини яратиш ҳам назарда тутилади.

Клинкер усти ёпиқ тиргакларга эга бўлган деворларининг баландлиги 3-6 м бўлган, кўприксимон кранлар билан жиҳозланган омборларда сақланади. Печь дан чиққан клинкернинг таркибида маълум миқдорда эркин кальций оксиди CaO бўлади, клинкернинг сақланиб туриши бу оҳакнинг ва цемент сифатини яхшиланишига имкон беради.

Цемент ишлаб чиқарилишини назорат қилиш

Сифатли цемент олиш учун заводларда цемент ишлаб чиқаришдаги барча технологик жараёнларни назорат қилиши зарурдир. Буларга қуйидаги аниқлашлар кирази:

- хомашё сифатини, ҳар бир ишлаб чиқариш жараёнида моддаларни хоссаларини, асбоб-ускуналар ишини аниқлаш;
- цемент хоссаларини, хусусиятларини ва стандарт талабларига жавоб беришини аниқлаш.

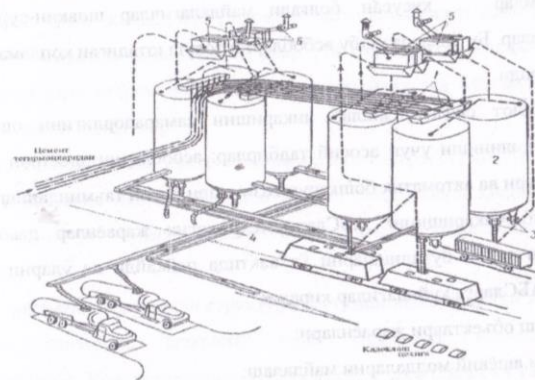
— хомашё моддаларни кимёвий таркибини, хусусан CaO (титр бўйича)нинг оҳакдаги миқдорини назорат қилинади.

Цементнинг сифатини унинг ҳажмий оғирлиги бўйича баҳоланади ва $1550 - 1650 \text{ г/см}^3$ оралиқда тебранади. Эркин ҳолатдаги CaO миқдори 1% дан ортмаслиги керак. Цементни қўшимчалар билан туйиш жараёнида, унинг назорат қилиниши компонентларини нисбатини аниқлаш билан чегараланади.

Цементнинг сақланиши ва жўнатилиши

Цементнинг ҳамма турларини қабул қилиш техник талаблар бўйича ҳисобланган ҳолда бажарилади. Жўнатиладиган портландцемент партиясининг ўлчами корхонанинг бир йиллик қувватига қараб аниқланади.

Одатда цемент йиғма-темирбетон силосларда сақланади (8-расм).



8-расм. Цементлар учун силосларнинг технологик чизмаси

1-силосларни юклантирувчи мосламалар; 2-цемент учун силослар; 3-юк туширувчи мосламалар; 4-аэрозелоб; 5-енгсимон фильтрлар; 6-вентилятор.

Уларнинг диаметри 8-18 м. Баландлиги 25-40 м, ҳажми 2500 – 10000 т ва ундан юқори. Силослар цементни доимий аралаштириб туриш учун ҳаво тарқатувчи мосламалар билан таъминланган. Цементнинг асосий массасини заводлардан қоғоз, битумланган қоғларда жўнатилади.

Цемент заводларида меҳнатни муҳофаза қилиш

Заводларини лойиҳалаштиришда меҳнатни муҳофаза қилинадиган тадбирларга катта аҳамият бериш лозим. Ҳар бир ҳаракатланиб турган асбоб-ускуналар, ишлаб чиқариш воситалари хизматчилардан тўсилган бўлиши керак.

Қуритиш, куйдириш механизмлар, ҳаво алмаштирувчи (вентиляторлар) воситалари билан таъминланиши лозим. Электрофилтрлар ёрдамида печь лардан ишлаб чиққан газлар тозаланади. Кўпгина механизмлар хусусан, болғали майдалагичлар шовқин-сурон билан ишлайдилар. Бу ҳолатда ушбу асбобларни товуш ютадиган қопламалар билан беркитилади.

Маҳсулот сифати, ишлаб чиқаришни самарадорлигини ошириш ва иқтисод қилиниши учун асосий тадбирлар: асбобларни электрон ҳисоблаш машиналари ва автоматик бошқарув тизимлари билан таъминланиши.

Ишлаб чиқаришнинг АБСлари технологик жараёнлар давомида юз берадиган турли бузилишларни ўз вақтида пайқайди ва уларни бартараф қилади. АБСларга қуйидагилар киради:

Созлаш объектлари жараёнлари:

— хом ашёвий моддаларни майдалаш;

— хом ашёвий моддалар, клинкер, кўмирни туйиш;

— клинкерни куйдириш.

Созловчи қурилмалар ёрдамида уларда кечадиган барча жараёнлар назорат қилиб турилади. Цемент заводларида ишлаб чиқариш назорати икки

йўналиш бўйича амалга оширилади: маҳсулот сифатини ва техник жараёни назорат қилиш.

Маҳсулот сифатини унинг кимёвий, минералогик таркиби бўйича баҳоланади.

3-Боб. Цементларнинг қотиши ва хоссалари

Мавжуд назариялар ичида Ле-Шателье, Михаэлис, Н.А. Байковлар нуқтаи назари энг катта қизиқиш уйғотди.

Ле-Шателье 1887 йилда қотишнинг кристалланиш назариясини таклиф этган. Бу назарияга кўра бошланғич сувсиз цемент минераллари сувада уларни гидролизловчи маҳсулотларга нисбатан анча юқоринок эрувчанликка эга бўлиб, гидратли янги тузумларга нисбатан ўта тўйинган эритмаларни ҳосил қиладилар. Гидратли янги тузилмалар кристаллчалар кўринишида ажралиб чиқадилар ва улар ўта тўйинган эритмадан ажралиб чиқа борган сари етарли даражада мустаҳкамликка эга бўлган кристалл ўсимталар ҳосил қиладилар.

1893 йилда Михаэлис коллоид назариясини илгари сурди. Бу назарияга кўра, мустаҳкамлик шаклланишининг асосий сабабчилари қилиб, қотишда ҳосил бўлувчи ўта туйилган $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ва кальций гидроалюминатларни кўрсатади.

Улар эритмадан кристалл структурани (тузилишли) чўкинди кўринишда ажралади. Михаэлис фикрича, улар гидравлик қотишда фаол қатнашмайдилар. Қотиш асосини у гелъ массани ҳисоблаган ва ундан чуқур жойлашган цемент заррачалар қатлами сувни сўриб олади. Шунда масса инчланади ва мустаҳкамланади.

А. А. Байков (1923) цементнинг қотишини кристалланиш ва коллоид жараёнларнинг биргаликда кечиши билан изоҳлайди. Назария бўйича қотиш 3 та даврга бўлинади ва улар қуйидагилардан иборат:

1. Боғловчи модда сувда эриб, тўйинган эритма ҳосил қилади;
2. Цемент қаттиқ фазасига сув қўшилади, гидрат бирикмалар ҳосил қилади ва бу ҳолат — коллоид ҳолатга ўтиб боради;
3. Коллоид ҳолатда ёки муҳитдан кристалл дончалар ҳосил бўлади ва тузум қотиб мустаҳкамлиги ошади.

Бугунги кунда гилсимон маҳсулотлар ҳам кристалл эканлиги, аммо коллоид дисперсионлик хусусиятига эга эканлиги аниқланган.

Юқорида санаб ўтилган олимларнинг изланишлари рус олимлари ишларида ўзининг равиқини топди. П.А. Ребиндер, В.Б. Ратиновлар фикрига кўра қотиш жараёни кристалланиш механизми бўйича кечади, яъни қотиш беқарор бошланғич фазаларнинг эриши, тўйинган эритмалардаги гидратли бирикмаларнинг кристалланиши билан боғлиқ. Уларда гидролизланиш жараёни шундай кечиши мумкин, боғловчи модда тўлиқ гидратга айланганда қотиш тузилиши пайдо бўлмайди — кристалллар эримаган ҳолда ўсадилар, деб ҳисоблайдилар. Ионларнинг цемент минераллари панжарасидан суви муҳитга ўтиши ва уларнинг гидролизланиши қотишнинг бошланғич босқичидир. Эритмадан ажралаётган кристаллчалар янги фазанинг куртаклари бўлади. Етарлича юқори мустаҳкамликка эга бўлган кристалланиш структураси синчнинг пайдо бўлиши қотишнинг кейинги босқичи бўлади.

Портландцемент сув билан таъсирлашуви ва гидратланиши

Портландцемент 4та асосий клинкер минераллардан иборат: C_3S , C_2S , C_3A , C_4AF .

Гидролиз бу - тузларни сувдаги OH ионлари билан таъсирлашув реакциясига киришиши. Масалан:



Гидратация - кимевий бирикмага кристаллогидрат ҳосил бўлиб суви бирикиши. Масалан:



Қотиш учта турга бўлинади: гидратли, гидравлик, карбонатли.

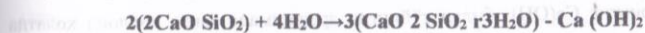
Гидратли қотишда боғловчи модда ортиқча миқдордаги сув билан таъсирлашади ва қаттиқ маҳсулот ҳосил қилади.

Гидравлик қотишда сув нафақат қўшилади, балки кимевий боғланади.

Карбонатли қотишда CO_2 ҳаводан боғловчи билан ютилади ва кимевий боғланади. Кимевий реакциялар цемент сув билан аралашган ҳамон бошланади. Клинкердаги алит $3CaO \cdot SiO_2$ — сув билан таъсирлашуви натижасида ҳар хил таркибли кальций гидросиликатлар ҳосил қилади. Уларнинг ҳосил бўлиши муҳитнинг ҳароратига ва суюқ фазадаги $Ca(OH)_2$ нинг концентрациясига боғлиқ. Биринчи босқичда C_3SH_4 (биринчи гидросиликат) ҳосил бўлади ва у тез ҳолда иккиламчи ва учинчи гидросиликатлар ҳосил қилиб гидролизланади. Бу жараёнда паст асосли $CSH(II)$ ва юқори асосли гидросиликатлар $CSH(I)$ тоберморит ҳосил бўлади. Алитни сув билан реакцияга кириши қуйидагича ўтади:



Белит алитга нисбатан секинроқ гидролизланади ва гидролизланишда камроқ $Ca(OH)_2$ ажратиб чиқаради.



$3CaO$, $2SiO_2$, $3H_2O$ - кальций гидросиликати C_3S нинг $Ca(OH)_2$ билан тўйинган аралашмада тўлиқ гидролизланишида ташкил топади.

$C-S-H$ термини кальций силикатларининг ярим кристалл ва аморф гидратлари учун қўлланилади.

$(0,8-1,5) CaO \cdot SiO_2$ $(1,0-2,5) H_2O$ таркибли паст асосли CSH ва $(1,5-2) CaO \cdot SiO_2$, $4H_2O$ таркибли юқори асосли $CSH(II)$ гидросиликатлардан фарқланади.

Паст асосли силикатларнинг ҳосил бўлиши мустаҳкамлигини ортишига ёрдам беради. Юқори асосли силикатларнинг ҳосил бўлиши эса мустаҳкамликни камайтиради. 175⁰-200⁰С ҳарорат ва 0,8 - 1,3 МПа босимда иссиқ намли автоклав ишловида мустаҳкамликни оширувчи моддалардан яна бири бўлмиш тоберморит 5 (СаО, 6SiO₂, 8H₂O) ҳосил бўлади.

Кальций алюминатларининг гидратланиши

Кальций алюминатлари қаттиқ фазадаги Са(ОН)₂ ажралмагани ҳолда гидролизланадилар. Клинкер минераллари орасида энг фаол фаза 3СаО · Al₂O₃ дир. У сув билан таъсирлашгани ҳамоноқ турғун бўлмаган 4СаО · Al₂O₃, 19Н₂O ва 2СаО · Al₂O₃ · 8Н₂O гидратларининг юмшоқ қатлами юзага келади. Улар юпка гексагонал пластинкалар шаклида бўладилар.

Гидроалюминатнинг юмшоқ тузилиши цементнинг совуққа чидамлилигини ва емирилишга чидамлилигини ёмонлаштиради. Барқарор шаклда бўлган олтига сув молекулали гидроалюминат куйидаги формула бўйича таркиб топади: $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

Клинкери тўйинганда гипс кўринишида киритиладиган кальций сульфати (тутиб қолишни секинлаштиргич) С₃А билан фаол кимёвий реакцияга киришади ва уни кальций гидросульфалюминат (эттрингит минерали) билан боғлайди.



Эттрингит Са(ОН)₂ билан тўйинган аралашмада аввал коллоид ҳолатда ажралиб чиқади, С₃А юзасига ўтираётиб унинг гидролизланишини секинлаштиради ва цементнинг тутиб қолиш вақтини узайтиради.

Са(ОН)₂ билан ўта тўйинган аралашма кристалланиш туфайли Са(ОН)₂ нинг концентрацияси пасаяди ва бу пайтда эттрингит узун игнасимон кристалллар кўринишида шаклланади. Эттрингит цементтошнинг ғовақларини тўлдиради ва қотган цементтошнинг эртароқ механик мустаҳкамликка эришишига сабабчи бўлади. Бу ҳолда юмшоқ

гидроалюминатлар юзага келиб, «бартараф» этилиши туфайли тузум яхшиланади. С₃А гипстоши билан реакцияга киришиб эттрингит ҳосил қилади.



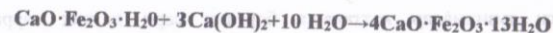
Кальций алумоферритларнинг гидратланиши

Бу минералларнинг гидратланиш маҳсулотлари таркиби суюқ фазодаги оҳақ концентрациясига ва гидратланиш давридаги ҳароратга боғлиқ.

Кимёвий таъсирланиш куйидаги формула орқали ифодаланади:



агар Са(ОН)₂ сув муҳитда кўпроқ бўлса, унда:



Гидроалюминат гипс билан бирикиб эттрингит ҳосил қилади, гидроферит эса цемент гили таркибига киради. Одатда булар ҳаммаси 30-32 мол, сув билан ҳосил бўладилар ва 70-100⁰С сув 8-10 мол қолгунча ажралиб чиқади.

Бошқа клинкер минералларининг гидратланиши клинкер шишаси С₄Н₆ ва С₃FeА₆ умумий формулали қаттиқ аралашмани беради.

Клинкер минераллари сув билан таъсирлашувида бешта асосий турдаги моддалар ҳосил қилади: 1-призма ёки игнасимон кристалллар; 2-гексогональ ёки 6 та бурчакли пластинкалар — эттрингит; 3-думалоқ шаклидаги кристалллар - гил таркибидаги; 4-шаклсиз пластинкалар; 5-юмшоқ масса - Al(ОН)₂, Fe(ОН)₂. Эркин СаО ва MgО ларнинг гидратланишида мос равишда Са(ОН)₂ ва Mg(ОН)₂ ларни беради. Жараёнлар секин кечади ва оксидлар миқдори 1% юқори бўлганда цемент ҳажмининг нотекис ўзгаришига сабаб бўлиши мумкин.

Гидратланиш жараёни биринчи муддатларда анча тез кечади, сўнгра у секинлашади ва гидратланиш тезлиги клинкер дончалари таркибига, уларнинг ўлчамларига, қотиш ҳароратига, сув ва цемент миқдори нисбатига боғлиқ бўлади.

4-Боб. Цемент қоришмаси ва қотган цементтошнинг тузилиши

хусусиятлари ҳамда уларнинг омилларга боғлиқлиги

Цементтошни В.И. Юнг цементнинг гидратланган гил ва кристалл маҳсулотлари ҳамда клинкернинг гидратланмаган дончаларидан иборат микробетон сифатида тасаввур қилган.

Цементдан тайёрланган ҳамир-концентралган сувли суспензия кўринишида бўлади ва у аниқ структурага (тузилмага), ёпишқоқликка эгадир.

Бирламчи структура гидролизланиш маҳсулотларнинг дисперсион заррачаларидан ҳамда цементнинг вандервальс кучлари билан боғланган гидролизланмаган дончаларидан таркиб топган.

Янги тузилмалар катталаша боргани сари қаттиқ заррачаларнинг ҳаракатчанлиги пасаяди ва цемент қоришмаси қуюлади. Цемент қоришмасининг асосий тузилиши (тутиб қолиш) нинг охирига бориб шаклланади ва шунда қоришма тош-цементга айланади. Цементнинг сув билан ўзаро таъсирлашувида гидролизланишнинг ички ва ташқи маҳсулотлари юзага келади. Цемент ҳамири реологик хусусиятларга эга: тиксотропия, структура, ёпишқоқлик, седиментация ва ҳоказо.

Тиксотропия — бу цемент қоришмасининг тузилиши механик таъсирлари (қориштириш тебантириш) остида бузилиши ва механик таъсирлар тўхтагандан сўнг тузумдаги структуравий боғланишлар қайта тикланишидир.

Цемент қоришмаси қовушқоқластик, структураланган тикстроп тузумларга киради. Цемент қоришмаси учун структуравий қовушқоқлик, пластик мустаҳкамлик, иссиқлик ажралиши, кенгайиши ва бошқалар характерлидир. Структуравий қовушқоқлик кўп жиҳатдан цементнинг хусусиятларига, концентрациясига, ҳароратига, суспензиянинг сақлаб турилиши давомийлигига, сув цемент нисбатига ва қоришманинг сақлаб туриш муддатига боғлиқ бўлади.

Сирти фаол моддалар (САМ) қовушқоқликни камайтиради, трепел, опока, диатомит киритиш эса орттиради, цемент қоришмасининг қотишида структуравий қовушқоқлик кескин ортади. Бундай қоришма маълум пластик мустаҳкамликка эга бўлиб қолади. Бу пластик мустаҳкамлик қоришмага МДД да тайёрланган коннуссимон пластомерни ботиришда ҳосил бўладиган чегаравий силжиш кучланишининг қиймати билан ифодаланади. Агар конус учигаги бурчак 45° бўлса РП силжишининг абсолют чегаравий кучланиши П.А. Ребиндер формуласи бўйича ҳисобланади:

$$P_m = 0,659 \frac{F}{h^2 m}$$

бу ерда F - куч (МПа), $h^2 m$ — конуснинг ботиш чуқурлиги, см.

Цемент ҳамиридаги седиментация ҳодисалари

Цемент қоришмасининг йирик ва оғир заррачалари оғирлик кучи таъсирида юқори қатламдан қуйи қатламга кўчиб ўтириб қолади.

Бунда массанинг умумий зичланиши ва аралашма юзасида маълум миқдорда сув пайдо бўлиши, яъни сув ажралиши кузатилади. Тўлдиргич дончалари ва арматура таёкчалари тагида сув қатламлари ҳосил бўлиши мумкинлиги туфайли сув ажралиш бетон конструкциялари хусусиятларига салбий таъсир кўрсатади. Аммо у вакуумлаб жойлашда маълум миқдорда фойдали бўлиши ҳам мумкин. Шундай қилиб, фойдаланиш шароитларига боғлиқ равишда қоришмалар ва бетон аралашмаларнинг сув тутиб қолиш хусусиятларини кўп бўлмаган миқдордаги турли қўшимчалар, масалан оҳак қоришмаси, чўқувчанлик хусусиятига эга бўлган фаол моддаларни киритиш йўли билан сошлаш мақсадга мувофиқдир. Цемент қоришмасининг қовушқоқлиги, сув тутиб қолиш хусусияти, иссиқлик ажралиш қанча катта бўлса чўкиш шунча кичик бўлади ва сув ажралиши шунча кам бўлади.

Цементнинг сув билан таъсирлашуви иссиқлик ажралиши билан биргаликда кечади, цемент минералларининг гидратланиши реакцияси эса экзотермик реакциядир. Клинкер минералларидан иссиқлик ажралиши турлича бўлиб, катта чегараларда ўзгаради: масалан C_3S , шиша ва C_3A ларнинг миқдори катта бўлганда, иссиқлик ажралиши биринчи муддатларда бу минералларнинг сув билан тез таъсирлашуви натижасида юз беради. Катта миқдордаги C_4AF_4 ҳамда $\beta-C_2S$ бўлган цементлар кам иссиқлик ажралиши билан ажралиб турадилар. Ўта майдаланган гранулаланган домна шлаклари иссиқлик ажралишини камайтиради. Иссиқлик ажралиши катта амалий аҳамиятга эга. Паст ҳароратларда оддий конструкцияларнинг бетонлаш жараёнида иссиқлик ажралишининг ортиши ижобий роль ўйнайди ва аксинча, юқори ҳароратларда эса салбий роль ўйнайди.

Кўпгина тадқиқотчиларнинг тажрибалари шуни кўрсатадики, шиша цементнинг сув билан аралашмасида биринчи суткаларда поғонали равишда ажралиб чиқади.

Биринчи даврда 30-40 мин. давомида иссиқликнинг кучли ажралиб чиқиши кузатилади: иккинчи даврда - иккинчи - тўртинчи соат давомида иссиқлик кам ажралади (индукцион давр): учинчи давр 3-5 соат ўтгач бошланади ва бу давр иссиқлик ажралиши аста-секин орта бориб 6-10 соатдан сўнг ўзининг максимумга эришиши билан ҳарактерланади: тўртинчи даврда бир суткалик муддатга келиб ажралаётган иссиқлик миқдори камаюди. Бу вақтда мустаҳкамлик интенсив равишда ортиши кузатилади. Шу билан бир вақтда Ю.С. Малининнинг маълумотларига кўра цемент қоришмасининг сув билан аралашмасида $Ca(OH)_2$ ва SiO_2 концентрациясининг поғонали ўзгариши юз беради. Тўлдиргичлари ва ортиқча миқдордаги сув бўлган бетон ва қоришмалар аралашмаларнинг қотиш жараёнига иссиқлик ажралиши интенсивлиги омилларнинг таъсири камроқ бўлади.

Цементтошнинг кенгайиши

Цемент қоришмасининг қотиши вақтида унинг ҳажми ўзгаради (кенгайди) ва бу ўзгариш тутиб қолиш вақтида энг тез равишда кечади. Тузумнинг бундай кенгайиши қисман унинг иссиқликдан кенгайиши билан изоҳланади. Турли ёриқлар ва нонаклуб шакл ўзгаришига йўл қўймаслик учун бетон қоришмалари ётқизилганидан сўнг дарҳол лозим бўлган қотиш шароити яратиш керак.

Цемент тошни мустаҳкамлигига катта таъсир кўрсатувчи омиллардан бири бу ғоваклик. Ғоваклилик қанча кам бўлса, мустаҳкамлик кўрсаткичлари ва чидамлилики ҳам қўшиб ҳисоблаганда унинг бошқа хусусиятлари шунча юқори ҳисобланади. Ғоваклик ҳосил бўлиши сув цемент нисбатига боғлиқдир.

Цемент куйидаги ғовакларга эга бўлади:

А) гелъ ғоваклари (0,1 мкм дан кичик);

Б) капилляр ғоваklar (0,1-10 мкм) — гил зарралари агрегатлари орасида жойлашган бўлади;

В) ҳаво ғоваклари (50 мкм дан) аралаштириш ёки қўшимчалар қўшиш вақтида киритилган ҳаво билан тўла бўлади.

Бу барча ғоваklar коллоид даражадаги заррачалар ҳамда ғовак бўшлиқ билан ажралган уларнинг агрегатларидан ташкил топган цемент гелъига боғлиқдир. Цементнинг таркибига, сувнинг бошланғич миқдорига ва технологияга боғлиқ равишда ғоваклилик гелъ ҳажмининг 28-40%ини ташкил қилади. Гелънинг ғовакли тузилиши гелъ ғоваklarининг ўзига хос физикавий хусусиятларига боғлиқ равишда цементтошнинг механик хоссаларига, совуққа, емирилишга, чидамлилигига таъсир кўрсатади. Гелъ ғоваклари цемент тош ва бетоннинг совуққа чидамлилигига салбий таъсир кўрсатмайди. Бу ҳодиса шу билан тушунтириладики, гелъ ғоваklarини тўлдирган сув қаттиқ фаза

билан физикавий-кимёвий боғланишда бўлади, паст ҳароратларда музламайди ва ҳатто кучли совуқларда ҳам яхга айланмайди.

Говакларга адсорбцияланган сув ва гелъ говаклари қисмини кичрайтириши туфайли гелънинг сув билан синдирувчанлиги кичик бўлади.

Сувнинг бир қисми гелъ говакларига сиғмайди, ундан ташқарида қолиб капилляр говаклар ҳосил қилади.

Капилляр говакларга сув тўйинишнинг оддий шароитларида бемалолроқ кириб боради. Шу туфайли капилляр говаклари кўп бўлган цементтош ва бетон паст совуққа, емирилишига чидамлиликка ва катта синдирувчанликка эга бўлади.

Цементтошнинг говаклилиги сувнинг фақатгина бошланғич миқдорига эмас, балки унинг қаттиқ фаза билан боғланиш шаклига ҳам боғлиқ бўлади. П.А. Ребиндер классификациясига кўра сув боғланишининг уч шакли фарқланади: *кимёвий боғланиш* — энг кучли боғланиш ҳисобланади, қиздиришда чиқиб кетади; *физик-кимёвий боғланиш* — гил говакларида мавжуд бўлади, бу боғланиш қуритишда бузилиб кетади; *физик-механик боғланиш* — цементтошнинг капилляр говакларига сувнинг тутиб қолинишига сабаб бўлади.

Цементтош тўлдиргичлар доналарини бириктирувчи минерал елим (клей) бўлиб қолади ва у хусусий мустаҳкамликка адгезияга эга бўлиши лозим. Унинг бу хусусиятлари янгидан ҳосил бўлган моддаларнинг сифатига, говакларининг ҳажми ва фазилатига боғлиқ бўлади. Янгидан ҳосил бўлган моддаларнинг сифати уларнинг таркиби ва дисперсионлиги билан белгиланади, миқдори эса цементнинг гидратланиши даражасига тўғри пропорционал бўлиб, сон жиҳатдан цементнинг сув билан реакцияга киришган қисми миқдорининг цементнинг умумий массасига нисбатан тенг бўлади. Гидратланиш даражаси рентген усулида ёки боғланган сувнинг миқдори бўйича аниқланади.

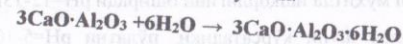
Портландцемент ҳатто тўлиқ гидратланганида ҳам сувнинг 25-27% гача миқдорини кимёвий боғлайди. Одатда узоқ вақт қотишда гидратланиш даражаси 80-90% дан ошмайди. Шу туфайли цемент қоришмасига киритилган сувнинг 30-50% цемент билан фақат қисман кимёвий таъсирлашади ва қаттиқ фазага киради. 105-110°C ҳароратда қуритилганда чиқиб кетмаган сувнинг миқдори бир ойлик қотишдан сўнг 10-15% гача етади.

Боғланган сувнинг миқдори цементнинг сувцемент нисбатига ва дисперсионлигига боғлиқ.

Гидратация даражаси — катта техник-иқтисод аҳамиятга эга. Чунки у кўпайган сари ҳосил бўлган моддалар ҳажми, контракция ҳам кўпаяди, бу эса говаклики камайтиришга олиб келади. Контракция (торайиш) — гидратация жараёнида тузумнинг абсолют ҳажмининг камайтиришидир. Шунинг учун гидратланган цементда торайган (контракцион) ҳажм ҳосил бўлади. Оддий цементлар учун 28 сут. қотгандан сўнг 6-8 л 10 кг цементни ташкил этади, яъни цемент сарфи 30 кг/м³ бўлган бетон учун контракцион ҳажми 18-24 л ни ташкил этади.

Контракция цементни сув билан аралаштиргандан сўнг дарҳол бошланади. Цементдаги минераллар ҳар хил контракцияга эгадир, масалан, энг катта контракция (торайиш) алюминат ва алюмоферритга бой бўлган цементларга муносибдир ёки СаО ни сув билан ҳосил қилувчи маҳсулотни Са(ОН)₂ нинг ҳажми каттиқ фазани ҳажмидан икки маротаба кўп бўлган. Бу эса цементтошда ички кучланишларга олиб келиши мумкин.

Контракцияни бир мисолда келтириш мумкин.



Реакцияда уч кальцийли алюминат ва сувни абсолют ҳажми — 196,97 см³ тенг, гидроалюминат кальцийни абс. ҳажми = 150,11 см³ га тенг. Демак, реакция натижасида контракция (торайиш), юзага келган — 197,97 — 150,11 = 46,86 см³ ёки 23,79% га тузум қисқарган.

Контракция ҳолини олдини олиш учун тўғри сув цемент нисбатини танлаш керак, бетонларда эса торайиш жараёнини босик ўтиб борадиган боғловчи моддалар ишлатилиши керак.

Цемент ҳамири ва цемент тошидаги боғланган сувлар турлари

Цемент ҳамирини шунчаки механик қоришма сифатида кўриш мумкин эмас. Сув билан таъсирлашуви жараёнлари тузумда сувни тарқалишига ва унинг цемент маҳсулотлари билан боғланиши мураккаб шакллари юзага келади. Цемент ҳамирида ва тошида қуйидаги сувлар мавжуд: кимёвий, адсорбцион, капилляр кучлар билан боғланган ва эркин сув. Кимёвий боғланган сув – бу бирикмаларда стехиометрик нисбатда боғланган сувлар, масалан $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ёки $\text{C}_6\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Биринчи бирикмаларда сувлар 300-500°C ҳароратда йўқолади, иккинчи бирикмаларда сув – 200-300°C гача бўлган ҳароратда йўқолади.

Адсорбцион боғланган сувлар – цемент тошининг қаттиқ фазасининг юзасида сув ван-дер-ваальс кучлари ёрдамида ушланиб туради. Сувни бу тури – 105-110°C ҳароратда йўқотилади.

Капилляр сувлар – цемент тошининг $d=20-40$ мкм ўлчамдаги капиллярларида сув капилляр кучлар билан ушланиб туради ва у 100-105°C қуритиши жараёнида йўқотилади.

Эркин сув – бу сув цемент тошининг йирик ғовакларини тўлдиради, механик куч билан ушланади ва у қуритиб, сиқиб, зичлантириб йўқотилади.

Капиллярларда ва йирик ғовакларда жойлашган сувлар таркибида сувларда эриган $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Na}(\text{OH})_2$, KOH даги моддалар жойлашади. Бу бирикмалар сувни муҳитда ишқорлигини оширади $\text{pH}=12-13$ га тенг бўлади.

Кўп изланишлар шунини кўрсатадики, пўлатни $\text{pH}=5-10$ тенг бўлганда емирилиши бошланади, $\text{pH}=10$ ва ундан юқори бўлганда емирилиш тезлиги кескин тушади ва $\text{pH}=14$ да емирилиш бўлмайди. Бу шу билан тушунтириладики – ишқорий муҳитда пўлат юзасида ингичка таркибли

эримайдиган $\text{Fe}(\text{OH})_3$ бирикмаларидан иборат ҳимояловчи плёнка ҳосил бўлади.

Атроф-муҳитнинг ишқорийлиги қанча баланд бўлса, шунча унинг ҳимояловчи хоссалари баланд бўлади.

Агарда портландцемент муҳити $\text{pH}<11,5-12$ дан кам бўлса, унда емирилиш хавфи ошади.

Шунинг учун конструкцияларда пўлат арматурани емирилишини аввало бетонни ўзидан ҳимоялаш керак, акс ҳолда махсус тадбирлар ўтказилиши лозим.

Цементларнинг физикавий ва механик хоссалари

Зичлиги: қўшимча ва қўшимчасиз, ҳамда кимёвий ва фазовий таркибига боғлиқ бўлган ҳолда 3-3,2 г/см³, шлак ва пуццолон цементлар учун 2,7-2,9 г/см³ ораликда тебранади. Зичлик билан цементни сочилувчан ҳажми хоссасига боғлиқдир ва у икки кўринишда бўлади: сочилувчан ва зичланган. Портландцементни сочилувчан ҳажми 900-1100 кг/м³, зичланган ҳолатда эса 1400-1700 кг/м³ ораликда бўлади.

Паст зичликка эга бўлган цементлар юқори зичлик цементларга нисбатан иқтисодий жиҳатдан тежамкор. Юқори зичликка эга бўлган цементлардан нефть саноатида тампонажлаш ишларида, нурланишдан ҳимояловчи буюмлар ва мосламалар тайёрлашда фойдаланилади.

Сувга талабчанлиги ва цемент ҳамирининг қуюқланиши

Сувга талабчанлиги – бу цементга нормал қуюқликда ҳамир олиш учун керак бўлган сув миқдори. Оддий портландцементлар учун сув миқдори 24-28% ни ташкил этади. Ортиқча бўлган сув миқдори цементтошга салбий таъсир кўрсатади, бунда ғоваклилик кўпаяди. Сувга талабчанлиги цементдаги минераллар таркибига боғлиқ ва алломинатлар қанча кўп бўлса, бу кўрсаткич ҳам баланд бўлади. Цементларни

сувга талабчанлигини кўшимчалар ёрдамида ўзгартириш мумкин. Масалан: трепел, диатомит, сирт фаол моддалар.

Ҳамирни тутиб қолиши: цемент ҳамирининг тутиб қолиши – шундай жараёнки, бунда цемент билан сув суюқ бирикмаси секин аста қота бошлайди ва бошланғич мустаҳкамликка эга бўлади. Боғловчи моддада тутиб қолишни аниқлаш бошланиши ва охири кузатилади, бунда бошланиши 45 мин. олдин эмас, охири эса 10-12 соатдан кейин ўтади. Тутиб қолиш тезлигига цементни минералогик таркиби катта аҳамиятга эга. Масалан, Са алюминатли цементлар қисқа вақтда тутиб қолади, белит эса секин-аста қотади. Цемент ҳамири тутиб олишдан олдин тиксотропия хоссасига эга. Охирида эса қайта ишланиши оғирлашади ва у тинч ҳолатда қотиши керак.

Портландцементни тутиб қолиши муддатларини бошқариш учун гипс тоши $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ - 3,5 % миқдорда клинкерга майдаланиш жараёнида қўшилади. Тутиб қолиш муддатларини бошқариш учун ҳар хил кўшимчалардан фойдаланиш мумкин. Масалан, цементнинг майдалик даражасини оширилса тутиб қолиш муддати тезлаштиради, ёки сув цемент нисбатини оширганда ва ҳарорат пасайганда тутиб қолиш ва қотиш муддатларини тезлиги камаяди ва аксинча.

Ҳажмининг нотекис ўзгариши. Ҳажми нотекис ўзгаришига қуйдагилар олиб келиши мумкин:

- эркин ҳолатдаги магний оксидини MgO клинкерда (5% дан ортиқ бўлганда) гидратланиши, яъни $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ҳосил бўлиши;
- эркин ҳолатдаги магний оксидини (агар периклаз кўринишида бўлса), гидратланиши;

- қотаётган цементда эттрингит тузининг ҳосил бўлиши.

Бу ҳолни олдини олиш учун:

- цементда эркин магний оксиди миқдорини 5 % гача чегаралаш лозим.

Портландцементнинг мустаҳкамлиги ва маркасини аниқлаш

Портландцементнинг энг муҳим хоссаларидан бири – бу сув билан таъсирлашиб тошсимон ҳолатга ўтиши.

Қотган тошсимон жисмнинг механик мустаҳкамлиги қанча баланд бўлса ва тез эритилса, шунча цементнинг сифати баланд бўлади. Цементтошларнинг мустаҳкамлигини ҳар хил усуллар билан баҳолаш мумкин. Масалан, сиқилишга, эгилишга, чўзилишга бўлган мустаҳкамлик бўйича. Цементнинг мустаҳкамлиги 28 суткадан сўнг, нам муҳитда қотган намуналарида ёки тезлаштирилган усул ёрдамида аниқланади. Ҳозирги даврда кенг тарқалган усул, бу ультратовуш ёрдамида мустаҳкамликни аниқлаш. Мустаҳкамлик кўрсаткичлари бўйича портландцемент 4 та маркага бўлинади: 400, 500, 550, 600.

Ҳар хил портландцементларни мустаҳкамлик кўрсаткичлари

3-жадвал

Цемент	Цемент маркаси	Мустаҳкамлик, МПа. кг/см ²			
		Эгилишга, R		Сиқилишга, R	
		3 сут.	28 сут.	3 сут.	28 сут.
Кўшимчасиз ва минерал кўшимчали	400	-	5.5 – 55	-	40 – 400
	500	-	6 – 60	-	50 – 500
	550	-	6.2 – 62	-	5.5 – 500
	600	-	6.5 – 65	-	60 – 600
Тез қотувчи	400	4 – 40	5.5 – 55	15 – 150	40 – 400
	500	4.5-4.5	6 – 60	28 – 280	50 – 500

Цементлар мустаҳкамлигини минерал таркибига ва қотиш муддатига боғлиқлиги

Цементнинг мустаҳкамлиги унинг минерал таркибига бевосита боғлиқ бўлади. Юқорида қайд этилганидек, цементнинг мустаҳкамлигига ва қотиш тезлигига C_3S ҳал қилувчи таъсир кўрсатади ва 7 суткадан сўнг унинг мустаҳкамлиги якуний мустаҳкамлигидан 70%ини ташкил қилади. Цементнинг фаоллигига оғирда сақлаш давомийлиги ҳам катта таъсир кўрсатади. Сақлашнинг ҳатто қулай шароитларида ҳам цементга CO_2 ва ҳаводаги сув буглари таъсир қилади. Бунда цемент юзасида мустаҳкамликни пасайтирувчи гидрат бирикмалар ва $CaCO_3$ ҳосил бўлади. Улар 3 ойдан сўнг 15-20% га, 6 ойдан 20-30%га ва ундан кўпга мустаҳкамликни пасайтиради. Фаолликни пасайишига гигроскопик қўшимчалар (трепел, опока, диатомит) ларнинг мавжудлиги сабаб бўлади, бардошликни ортишига эса гидрофоб қўшимчалар ёрдам беради. Фаоллик ҳамда қотиш тезлигини оширувчи омилларга цементнинг тўйиш майдалиги муҳим омиллардан биридир.

Цемент мустаҳкамлигини сув цемент нисбатига ҳамда қотиш шароитларига боғлиқлиги

Қоришмалар ва бетонлар цементнинг ғоваклиги ҳамда мустаҳкамлиги бошқа бир хил шароитларда ҳал қилувчи тарзда сув-цемент нисбатига боғлиқ бўлади. Барча турдаги боғловчи моддалар учун, энг мақбул сув - цемент нисбати бўлиб, ундан юқори кўрсаткичда мустаҳкамлик камаяди. Сув цемент нисбати қанча кам бўлса, мустаҳкамлик бошланғич муддатларда шунча баланд бўлади. Сув цемент билан реакцияга киришмайди, ортқча сув цементтошда ғовакликларни кўпайтиради. Цементлар сувда ёки сув буглари билан тўйинган муҳитда тезроқ, ҳаволи муҳитда эса секинроқ қотади. Мустаҳкам цемент олиш учун сувли ёки буг билан тўйинган муҳит бўлиши керак. Ҳаво намлиги 60-80% дан кам бўлган муҳитда қотиш секин ўтади, 40-50% да эса капилляр ғоваклардан сув буғланиши ҳисобига қотиш тўхтабди.

Цемент ва бетонларни намлантириш гидратланиш реакцияларини қотишини давом эттиради. Шунинг учун зич ва мустаҳкам бетон олиш учун уларга қулай муҳит ва шароит яратиш керак.

Портландцементнинг қотиш тезлигига ҳарорат ва қўшимчаларнинг таъсири

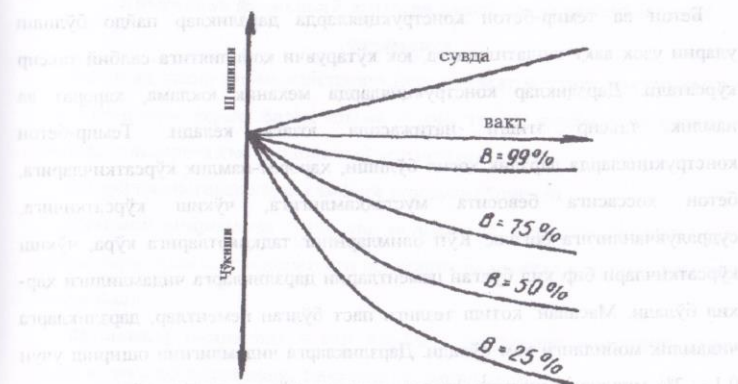
Портландцемент ва унинг турларига ҳарорат катта таъсир кўрсатади. Ҳароратни 0 дан 5 – 8°C гача таъсирида қотиш жараёни 2 – 3 маротаба секинлашади. 0°Cдан паст ҳароратда бу жараёнлар қисман тўхтабди. Қотиш даврида юқори ҳароратда сувнинг етишмовлиги нафақат гидратланиш жараёнини секинлаштиради, балки бетонлар мустаҳкамлиги барқарорлигини пасайтиради. Сув бутунлай музлаганда қотиш жараёнлари бутунлай тўхтабди. Шулар иссиқлик ишловини 2 та усулини амалда кенг қўлланилишига асос бўлди. Бири қотаётган бетонга атмосфера босимида 70 – 95°C ҳарорат таъсирида иссиқлик ишлови берилади (Электромоблағ, инфрақизил нур, буг). Иккинчи усулда иссиқлик тўйинган буг (0.9 – 1.6 МПа) ва ҳарорат 174.5 – 200 °C да олиб борилади. Замонавий заводларда ушбу усулда буюмларнинг мустаҳкамлиги якуний мустаҳкамлигидан 70 – 80% га эришилади. Иссиқлик ишлови клинкер минералларига ҳар – хил таъсир кўрсатади. Масалан, нормал шароитда ва 80°C ҳароратда C_3S , C_4AF интенсив равишда қотади, C_2S нинг мустаҳкамлигига иссиқлик ишлови кам таъсир этади. Таркибида 50 – 60 % C_3S , 6 – 9 % C_3A бўлган цементлар 80-95°C ҳароратда ниҳоятда тез мустаҳкамликка эга бўлади. Юқори алитли цементларни 80 °C да буғлатиш тавсия этилади, чунки юқори ҳароратда (90 – 95°C) бошланғич муддатларда қотиш тезлатилса ҳам, қолган қотиш муддатларида мустаҳкамликка эришмайди. Шлак ва пуццолон портландцементларни 90-95°C ҳароратда буғлатилиши бетонлар мустаҳкамлигининг ўсишига таъсир этади. Кимёвий қўшимчалар цементларнинг қотиш тезлигини тезлаштириш учун қўлланилади. Энг кўп

ишлатиладиган CaCl_2 (1 – 1.5 % цемент массасидан), $\text{CaCl}_2 + \text{NaCl}$ (3 % + 7 %), гидратланган цементлар (1 – 3%гача) ва бошқалар. Замонавий тадқиқот изланишлар натижасида шу нарса тадбиқ этилди: иссиқлик ишловида ҳар хил цементларни хулқи кўпгина омилларга боғлиқ (минералогик таркибига, клинкер микротузилишига, майдалик даражасига, сув цемент нисбатига ва бошқаларга). Шунинг учун иссиқлик ишловининг режими тажриба орқали ўрнатилади (ҳарорат ва давомийлиги).

Цементтошининг шишиши ва чўкиши

Агар олдиндан сув билан туйинтирилган цемент, бетон намуналар (призма, куб, цилиндр) ҳаволи муҳитда сақланса намуна қуриб бошлайди. Сув йирик бўшлиқлардан ва ғоваклардан, кейин майда кичик диаметрли капиллярлардан буглана бошлайди. Сув намунадаги ва атроф-муҳитдаги намлик бир хил бўлгунча бугланади. Намунанинг қуриши билан бир вақтда босим кучлари ривожланади (сиқилиш) ва ҳажми камаяди, чўқади. Агар кам намликка эга бўлган цемент тоши ёки бетон намунасини намлиги баланд муҳитга жойлаштирилса, наmunанинг ҳажми кўпаяди ва шишади. Цемент тошининг шишиши ва схематик кўриниши (Лермит бўйича) (4.1-чизма)да ифодаланган цемент тошини чўкишига кўп омиллар таъсир этади. Масалан, цемент таркиби ва хоссалари. Тадқиқотлар шуни кўрсатадики, алитли ва кам алюминатли цементлар чўкишга кам мойиллиги билан ажралади. Цемент тошни майдалик даражаси қанча баланд бўлса, чўкиш кўрсаткичи шунча баланд бўлади. Цемент тошининг цемент хоссасига ва сув цемент нисбатига боғлиқ ҳолда чўкиш кўрсаткичи 3 – 5 мм/м атрофида бўлади.

ташқи муҳитда қуриши



4-расм. Цемент намуналарини сувда, ҳаво муҳитда қотишдаги шишиши ва чўкиши

Цемент тошининг навбатма-навбат

намланиши ва қуриш жараёнларига барқарорлиги

Агар цемент тошида қуриш ва намланиш даврлари кўп мартаба қайтарилса, унда ички тузилишини бузувчи қолдиқ деформациялар (шаклсизланиш) йиғилиб боради, тузумни ҳажми ва ғоваклиги кўпаяди. Бетонни механик мустаҳкамлиги пасайиб боради. Максимал чўкиш моҳияти қанча кам бўлса, шунча модда барқарор бўлади. Кўп мартаба қайтарувчи қуриш ва намланиш жараёнлари цемент ва бетон намуналари мустаҳкамлигини 20 – 25 % га камайтиради. Бу ҳодисларнинг олдини олиш учун ҳар хил қўшимчалар, кукунсимон тўлдиргичлар зич ва ғоваксиз цементтош бетонлар тайёрлаш керак.

Дарзликларга чидамлиги

Бетон ва темир-бетон конструкцияларда дарзликлар пайдо бўлиши уларни узоқ вақт ишлатилишига, юк кўтарувчи қобилиятига салбий таъсир кўрсатади. Дарзликлар конструкцияларда механик юклама, ҳарорат ва намлик таъсир этиши натижасида юзага келади. Темир-бетон конструкцияларда дарзлик ҳосил бўлиши, ҳарорат-намлик кўрсаткичларига, бетон хоссасига бевосита мустаҳкамлигига, чўкиш кўрсаткичига, судралувчанлигига боғлиқ. Кўп олимларнинг тадқиқотларига кўра, чўкиш кўрсаткичлари бир хил бўлган цементларни дарзликларга чидамлиги ҳар-хил бўлади. Масалан: қотиш тезлиги паст бўлган цементлар, дарзликларга чидамлик мойиллиги кам бўлади. Дарзликларга чидамлигини ошириш учун $0.1 - 2\%$ миқдорда сиртини фаоллаштирувчи қўшимчаларни қўшиш тавсия этилади.

Цемент тошининг оқувчанлиги

Оқувчанлик — бу цемент тоши ёки бетоннинг хоссаси. У чўкиш, ҳарорат, узоқ вақт таъсир этувчи кучланишлар натижасида қайтмас деформацияни (шаклсизланишни) юзага келтиради ва жисмоний бутунлай бузилиши олиб келади. Оқувчанлик кўп омилларга боғлиқ, масалан сув цемент нисбатига. Сув цемент нисбати 0,45-0,40 дан паст бўлган цементош ёки бетонларда судралувчанлиги камайдиганча пропорционал равишда ошади, баланд сув цемент нисбати унча кам таъсир этади.

Илмий изланиш ишлари шуни кўрсатадики, бетон намлиги қанча кўп бўлса, оқувчанлик деформацияси шунга кўп, алитли, кам алюминатли цементлар кам оқувчанлик кўрсаткичига эга.

Қотиш шартлари ва шароитлари катта аҳамиятига эга, масалан 80-100°C иссиқлик ишловида автоклавларда бетонларни оқувчанлигини камайтиради.

Кимёвий ва физикавий агрессив омилларига цементларнинг

чидамлиги

Бетон ва темир бетон конструкциялар нафақат механик мустаҳкамликка эга бўлишлари керак, балки хилма — хил ташқи кимёвий ва физикавий омиллар таъсирига ҳам қаршилиқ кўрсатишлари керак.

Емирилиш физикавий ва кимёвий турларга бўлинади:

Кимёвий емирилиши — ҳар хил моддаларни, газларни, сувларни сувли эритмалари, суёқ ва газ ҳолатдаги ноорганик ва органик моддалар таъсирида емирилиши.

Физикавий емирилиши — кўп маротаба қайтарувчи намланиш, қуриш, эриш ва музлаш жараёнлари таъсиридаги емирилиши.

Цемент ва бетонларини ғовак ва капиллярда минерал сувларни кристалл ҳолатда йиғилиши ҳам физикавий емирилиши турига киради.

Умуман олганда, портландцемент асосида тайёрланган бетон буюмлари агрессив муҳитларга анча чидамли бўлади деб ҳисобланади, аммо номақбул муҳитда ёки шароитда улар бузилиб кетишлари мумкин. Портландцементнинг ҳар хил турлари у ёки бу агрессив омиллар таъсирига ҳар хил бўлган қаршилиги билан ҳарактерланади. Масалан: таркибида алюминий кальций кам бўлган цементлар сульфатга чидамли деб ҳисобланади, пуцолон портландцемент эса сувга чидамлиги билан ҳарактерланади. Цементтошда гидрат минераллар маҳсулотларидан энг эрувчан минерал бу $\text{Ca}(\text{OH})_2$, у бир литр сувда 1,3 гр эрийди, ундан кейинги ўринда гидроалюминатлар, гидросульфалюминатлар ва ниҳоят гидросиликатлар туради. В.М. Москвин емирилиш жараёнини 3 гуруҳга бўлган: 1-гуруҳ: бунда таркибий қисмлари эриб кетиши натижасида цементтош бузилади; 2-гуруҳ: бу хил емирилишда сувдаги моддалар билан цементтошдаги минерал орасида кимёвий реакция натижасида ҳосил бўлган маҳсулотлар ёки жуда енгил эрувчан, ёки боғловчи хусусиятларга эга

бўлмаган бўладилар; 3-гурухга цемент ҳамири говакларида кам эрийдиган тузларнинг чўкиши ва кристалланиш натижасида цементтош бузилади.

Лекин емирилишнинг тўла классификациясини В.В.Кинд тузиб чиқди ва улар қуйидагиларга бўлинади:

1. Ишқорларнинг, яъни $\text{Ca}(\text{OH})_2$ нинг ўз-ўзидан эриб бетондан ажралиб ювилиб чиқиши.

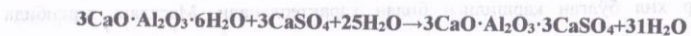
2. Кислоталар таъсирида емирилиш — кислота емирилиши.

3. Углекислота CO_2 таъсирида ўтадиган емирилиши.

4. Сульфат емирилиши. а) цементтошга ионларни таъсири остида ўтадиган емирилиш (250 — 300 1000 мг. бир литрга)ган; б) сульфоаминатгипсли; в) гипсли NaSO_4 , K_2SO_4 таъсирида ўтади.

5. Магнеизал емирилиш. Бунда цементтошни ва бетонни емирилиши эрувчан магний таъсирида ўтади. MgO дан ташқари ва кальций гидросиликатлари ва гидроалюминатлар парчаланиши мумкин. Бу эса бетоннинг бузилишига олиб келади.

Сульфат емирилиши таркибида 250 дан кўп 1000 мг/л кам бўлган сульфат ионлари SO_4 сувлар таъсирида юзага келади ва қуйидаги реакция бўйича ўтади:



Этtringит тузини ҳосил бўлиши қаттиқ фазани кўпайишига олиб келади ва ўз навбатида цемент тошида кучли кучланишлар ҳосил бўлади. Этtringит тузини ҳосил бўлишини олдини олиш учун фаол минерал қўшимчалар киритиш керак. Қўшимчадаги фаол SiO_2 (опока, трапел, диатомит), $\text{Ca}(\text{OH})_2$ билан реакцияга киришади ва тузни ҳосил бўлишини олдини олади.

Ишқорларни ювилиш емирилиши: Оҳак — яъни CaOH_2 эриш натижасида бетон юзасида оқ доғлар пайдо бўлади. Унинг миқдори цемент тошда 1-3 ойдан қотишидан кейин — 10-15% ташкил этади. Гидросиликат ва гидроалюминатларни эрувчанлиги анча паст. Шунинг учун цементтошга

сув таъсир этганда биринчи навбатда $\text{Ca}(\text{OH})_2$ сувда эрийди, натижада унинг зичлиги, мустаҳкамлиги, ички тузилиши бузилади. Иккинчи навбатда $3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ бўлинади ва ундан $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ажралади. CaO ни сувдаги концентрацияси 0,56 г/л дан кам бўлганда алюминат фазалар бўлина бошлайди. Ундан кейин Ca гидроферритлар ва CaO ни концентрацияси 0,06-0,08 г/л бўлганда CSH (1) кўринишдаги гидромаҳсулотлар бўлинади В.М. Москвин бўйича цемент қоришмасидан CaO ни 15-30% ювилиши мустаҳкамликни 40-50% камайтиради. Юмшоқ сувда $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ бўлса, унда унинг эрувчанлиги камаюди, сувдаги NaCl , $\text{Ca}(\text{OH})_2$ нинг эрувчанлигини оширади. Сувдаги CaCO_3 миқдори бетоннинг зичлигини ва емирилишга чидамлилигини оширади.

Кислотали емирилиш — бу емирилиш ҳар хил органик ва ноорганик кислоталар таъсирида юзага келади, бунда водород ионларининг қиймати муҳитда ($\text{pH}=7$) тенг бўлади, ҳосил бўлган маҳсулотлар сувда эриб бетондан ювилиб кетади, қолганлари эса юмшоқ масса ҳолида қолади. Бу омилларнинг ҳаммаси мустаҳкамликни пасайтиришга олиб келади. Азот ва уксус кислоталар цементтошга таъсир этганда кальцийли туз ва боғланмаган аморф массалар ҳосил бўлади: $\text{Si} \cdot \text{O}_2 \cdot \text{Ag}$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, масалан, хлор кислотасини таъсири қуйидаги формула орқали ўтади:

$3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O} + m\text{HCl} \rightarrow 3\text{CaCl}_2 + 2\text{SiO}_2 \cdot aq + n\text{H}_2\text{O}$
ҳосил бўлган маҳсулотлар сувда эрувчан бўлиб бетондан чиқиб кетади, эримайдиганлари эса юмшоқ масса кўринишида қолади. Бу ҳодисалар бетоннинг мустаҳкамлигини камайтиради ва бузади.

Кислоталарни нормал зич бетонга $\text{pH} \leq 6,5$, ниҳоятда зич бетонга $\text{pH} \leq 4,9-4$ да салбий таъсири бошланади. Кучли бўлган кислоталардан бетон сақлаш жуда қийин, шунинг учун агрессив кислотали муҳитлар учун махсус цементларни ишлатилади (кислотага чидамли цемент).

Углекислота емирилиши. Цементтош ва бетон таркибида CO_2 газидан бўлган сув таъсирида ривожланади:

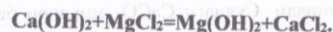


H_2CO_3 нинг цементга кейинчалик таъсирлашувида гидрокарбонат ҳосил бўлади:



Ҳосил бўлган гидрокарбонатни парчаланиши ва қайта CaCO_3 ўтишини олдини олиш учун эритмада ноагрессив углекислота бўлиши керак.

Магнезиал емирилиш – бу емирилиш икки хил бўлади – биринчиси магний катеонлари таъсирида, иккинчиси эса Mg_2 ва SO_4 ионларининг таъсирида ўтади. Бу емирилиш кўпинча саноат ва маиший корхоналарнинг оқава сувлари таъсирида вужудга келади:



Ҳосил бўлган Mg(OH)_2 – боғловчи хусусиятига эга бўлмаган масса ҳолатда юзага келади, унинг таъсирида кальций гидросиликатлар, гидроалюминатлар ҳам бўлина бошлайди. MgCl_2 таъсиридаги емирилиш унинг сувдаги концентрацияси 1,5-2% ташкил бўлганда анча сезиларли бўлади. CaCl_2 нинг юқори концентрацияли эритмалари пўлатни емиради.

Цементларни емирилиш қаршилигини В.В.Кинд чидамлик коэффицентини орқали ифода этган.

$$ЧК = \frac{R_{\text{сп}}}{R_{\text{оп}}} = 1$$

Бундан ташқари органик кислоталар ҳам агрессив ҳолатда таъсир қиладилар. Масалан: уксус, сут, ёғ кислоталари. Буни шундай тушунтирилади: Ca(OH)_2 таъсирида ёғлар кўп атомли спиртлар ва ёғли кислоталар ҳосил қиладилар, кейинчалик эса Ca(OH)_2 билан таъсирланишиб тузлар ҳосил қилади. Агрессив муҳитда цементни узоқ хизмат қилишини таъминлайдиган тадбирларга қуйидагилар қиради:

- а) ниҳоятда зичланган бетон ишлатилади.
- б) махсус цементлар ишлатилиши (муҳитга қараб)
- в) махсус чоралар қўлланилиши.

Цемент тошнинг совуққа чидамлилиги

Агар цементни технологияга доир тайёрланмаган бўлса, ғоваклар кўп бўлса бунда шу ғовакларга манфий ҳароратда бор сув музга айланади, унинг ҳажми 10% кенгаяди. Цемент тошнинг бундай ташқи муҳитга чидамлилиги унинг таркиби, қанчалик майда, тўйилгани, сув цемент нисбатига боғлиқ. Сув цемент нисбати қанча катта бўлса, бетонни совуққа чидамлилиги шунча паст бўлади. Ундан ташқари алюминатлари кўп бўлган, цементтош ҳам совуққа чидамсиз бўлади. Совуққа чидамлилигини ошириш учун биринчи тадбир – ўта зич бетонлар тайёрлаш.

В.М. Москвиннинг ҳисоби бўйича CaO нинг бетондан 15-30% миқдориди ювилиб кетиши мустаҳкамликни 40-50% га пасайтиради. Карбонат кислотали сув таъсирида Ca(OH)_2 эриган карбонат кислотаси билан реакцияга киришиб CaCO_2 ҳосил қилади:



концентрация кўп бўлганда иккала жараён содир бўлади:



Ҳосилбўлган Ca бикарбонат янги эриб чиққан Ca(OH)_2 билан реакция кириб кам эрийдиган Ca карбонат ҳосил қилади:



Бу эса (яъни CaCO_3) бетоннинг зичлигини ва емирилишга чидамлилигини кучайтиради. Бетондаги Ca(OH)_2 нинг ювилиб чиқиб кетишига ёрдам беради. CaO нинг сувдаги концентрация 0,06-0,08 г/л кам бўлганда қолган гидросиликатлар аморф ҳолатга келгунча эрий бошлайди. Бетонни шўралашдан қутқариш учун буюм, иншоотларнинг сиртини битум, лак билан сувалмоқда. Лекин булар жуда қимматга тушади. Немис олими Михаэлис ва рус олими Байков томонидан бу масала ҳал қилинди. Улар цементга эркин оҳакни CaO фаол кумтупроғи кўп бўлган қўшилмалар

ёрдамида боғлаш йўлини таклиф этдилар. Бухорода эса САМ сифатида узум шинниси тухум оксидидан фойдаланишган.

Емирилиш таркибида сульфат кислотасининг сульфат, магний ва уларнинг аралашмаси бўлган сувлар таъсирида бетон баъзан емирилиб кетади. Чунки бу тузлар портландцементтош таркибидаги гидроалюминат билан кимёвий реакция киришиб «баццила»ни эслатувчи игнасимон эттрингит кристалллари ҳосил бўлади. Баъзан бу бирикма ҳосил бўлганда цементтош ҳажмий ўзгаришга дуч келади, натижада ички кучланишлар пайдо бўлади ва цемент дарз кетади. Айниқса, бу дарз кетиш шўраланиш ва баццилла ҳосил бўлиш жараёнлари қўшилганда кўпаяди. Сульфат емирилишини («баццилла» ҳосил бўлиши) олдини олиш учун портландцементда алюминатларнинг миқдорини камайтириш керак. Бунинг учун кремнезем ва кальцийга бой бўлган хом ашёдан фойдаланиш керак, масалан доломит, диатомит, трепел, опока ва шуларга ўхшаган пуццолон қўшимча моддалар қўшиш лозим, иккинчи сув цемент нисбати тўғри топилш 0,5-0,6 дан ошиши мумкин эмас. Фаол ва инерт қўшимчалар 8-10% миқдоргача портландцементларни совуққа чидамлилигини пасайтиради, цементларнинг майдалик даражаси эса 3000 – 4000 см²/дан ошмаслиги керак.

5-Боб. Тез қотувчи юқори мустаҳкам портландцемент

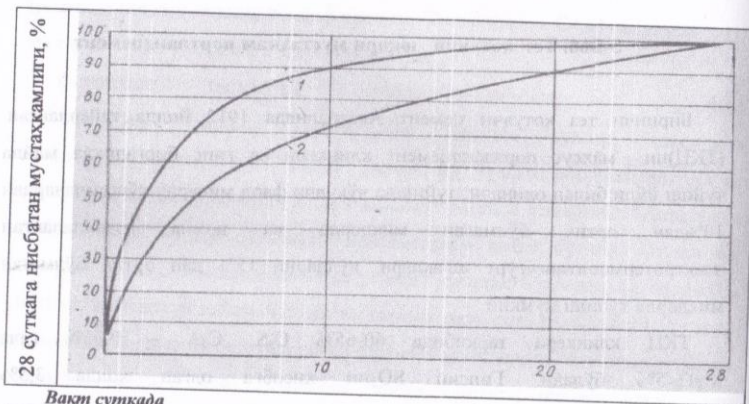
Биринчи тез қотувчи цемент Австралияда 1912 йилда тайёрланган. (ТҚЦ)ни махсус портландцемент клинкери ва гипс биргаликда майда туйиш йўли билан олинади: туйишда чўкувчи фаол минерал қўшимчалардан 10%дан ортиқ бўлмаган миқдорда ва домна грануланган электротермоолтингургурт шлаклари, кулларни 15% дан ортиқ бўлмаган миқдорда қўшиш мумкин.

ТҚЦ клинкери таркибида 60-65% C_3S , C_2A – 0,05% гача $MgO < 5\%$ бўлади. Гипсни SO_3 ни ҳисобга олган ҳолда 3,5% миқдорда киритилади. ТҚЦ олиш учун бир таркибида жинсли хом ашёвий моддалардан фойдаланилади: хом ашёвий аралашмаларни кремнеземнинг CaO га орттирилган тўйиниш коэффициенти билан тайёрланади (ТК - 0,9 - 0,92) улар майдароқ туйилади ва пухталики билан гомогенланади (созланади). ТҚЦ нинг юксак мустаҳкамлиги фақатгина минералогик таркибига эмас, балки цементни тўйиш майдалигига ҳам боғлиқ бўлади.

Унинг солиштира сирти 3500-4000 см²/г га тенг ТҚЦ биринчи уч сутка давомида анча тез қотади, бунда мустаҳкамлик якуний мустаҳкамликнинг 60-70% ини ташкил қилади. Бу клинкерда C_3S нинг миқдори, майдалик даражаси, C_2A ошириши, органик ва ноорганик моддаларнинг киритилиши билан оширилади.

Бу цементлар қотишининг бошлангич даврида интенсив мустаҳкамликка эришиш билан ифодаланади (5.1-чизма). Оддий ва тез қотувчи портландцементнинг мустаҳкамлигини ўсиш чизиги:

Тез қотувчи цементнинг эгилишига бўлган мустаҳкамлиги (3 сут) 40 кг/см² дан кам ва сиқилишидаги мустаҳкамлиги 250 кг/см² дан кам бўлмаслиги керак. 25 сут қотишидан кейин марка – 400 га тенг бўлмоғи лозим.



Вакт суткада

5-чизма. Тез қотувчи ва оддий портландцемент мустаҳкамлигининг ўсиши 1-тезқотувчи цемент, 2-оддий портландцемент

Тез қотувчи ва юкори маркали цементларни ишлаб чиқариш учун, унинг фаоллигини оширувчи бир қатор омилларни қўллаш керак. Бунда махсус ҳолда қуйидагиларни танлашади:

- а) клинкерни фазали таркибини ва микроструктурасини;
- б) майдалик даражасини (сатҳи юзаси) ва цементнинг гранулометриқ таркибини;
- в) цемент туйишда киритиладиган қўшимчанинг тури ва миқдори, улар цемент билан сувни кимёвий реакцияси кинетикасига таъсир этишади, бир хиллари эса гидратланишни кимёвий жараёнида иштирок этишади. Клинкернинг оптимал фазали таркиби ва микроструктураси нафақат хомашёвий моддаларни тўғри ҳисоблашга боғлиқ, балки ишлаб чиқаришдаги комплекс омилларга ҳам боғлиқ. Бу цементлар олдиндан зўриқтирилган конструкциялар юкори мустаҳкам бетонлар, йиғма темир бетонлар ишлаб чиқаришда кенг қўлланилади.

6-боб. Сиртки актив – қўшимчали цементлар

Охирги йилларда цементни бир хил хоссаларини яхшилаш учун органик қўшимчаларни киритиш усуллари қўллана бошланди. Аммо бир хил тадқиқотчиларни фикрича, органик бирикмалар цементни қотишига салбий таъсир кўрсатади, яъни уни бузади, узоқ вақт давомида тутиб қолиш ва қотиш қобилиятини, ёки кескин мустаҳкамлигини пасайтиради. Айниқса, таркибида карбонил ёки карбоксил билан бирга спирт гуруҳли органик бирикмалар органик моддали қўшимчаларга муносабати тубдан П.А. Ребиндер тадқиқотларига асосан ўзгаради.

П.А. Ребиндер шогирдлари билан назарий ва экспериментал тадқиқотлар асосида бирикмаларни бир хили кичик концентрацияларда ҳимояловчи хоссаларга эгадир ва қаттиқ жинсларни юзасида цементни қотиши жараёнига ва хоссасига таъсир этувчи адсорбцион пленкалар ҳосил қилишга қобилиятлидир. Сиртки кучланишни пасайтирувчи моддалар одатда кам концентрацияларда ижобий таъсир кўрсатади, уларни сиртки-фаол қўшимчалар деб аталади. Бу қўшимчаларни молекулалари цемент юзасида адсорбцияланади ва цемент зарралари атрофида сувли қобиклар ҳосил қиладилар, улар эса гидратланувчи цемент заррачаларини ёпишишига ҳалақит берадилар ва цемент ҳамирини ҳаракатчанлигини оширади.

6.1. Сиртки фаол қўшимчалар

Сиртни активлаштирувчи қўшимчалар пластифицирловчи эффектга боғланган ҳолда қуйидаги турларга бўлинади:

- суперпластификаторлар (пластифицирловчи қўшимчаларни 1-гуруҳ) бетон қоришмаларни ҳаракатчанлигини П1 дан П5 гача (2...4см дан 21-25см гача) оширади, ҳамма синов мудатларида бетонни мустаҳкамлигини пасайтирмасдан;

- кучли пластифицирловчи (2-гурӯх пластифицирловчи қўшимчалар) бетон мустаҳкамлигини пасайтирмасдан уни ҳаракатчанлигини оширади П1 дан П4гача (2-4 см дан 16-20 см гача);

- ўртача пластифицирловчилар (3-гурӯх пластифицирловчи қўшимчалар) бетон мустаҳкамлигини пасайтирмасдан қоришмаларни ҳаракатчанлигини П1 дан П3 гача (2...4см дан 10-15см гача) оширади;

- суст пластифицирловчилар (4-гурӯх пластифицирловчилар бетон мустаҳкамлигини пасайтирмасдан бетон қоришмасини ҳаракатчанлигини кўпайтиради П1 дан П2 гача (2...4см дан 5-9см гача).

Қурилиш бозорида ҳозирги вақтда замонавий маҳаллий ва хорижий ишлаб чиқарувчиларни қўшимчалари мавжуд.

I-гурӯх. Суюклантирувчи С-3 формальдигид ва нафталинсульфокислота конденсациясини натрий тузлар асосидаги қўшимча. Тўқ жигаррангдаги суюқлик, кукун, сувда яхши эрийди.

Суюклантирувчи СМФ (С-3 ни модификацияси) ҳар хил молекуляр массали полимер бирикмаларни йиғиндис. Нейтралланган натр, формальдегидни нафталин сульфокислота ва П-фенол сульфокислотани конденсатлашда олинади. Жигаррангли сувли эритмаси.

Дофен ДФ нафталин сульфокислота, ундан ҳосил бўлган ва унга ўхшаш формальдегид нафталинни тозалаш навларидаги ишлаб чиқариш чиқиндиларидан фойдаланиб поликонденсация маҳсулоти. Тўқ жигарранг рангли суюқлик. Суперпластификатор 10-03. Сульфидланган триметилмомеламин поликонденсациясини олигомир маҳсулоти. Тиниқ озгина сарғиш суюқлик Суперпластификатор НКНС40.03. Нефть маҳсулотларини пиролизид ва каталитик крекингда ажралиб чиқадиган сульфирланган ароматик углеводородларни формальдегиди билан поликонденсациялашдаги маҳсулотини натрий тузлар қоришмасидан иборат қўшимча. Рангсиз, ҳидсиз, 20% сувли эритма.

Меламин формальдегид анионактив сакич МФ-АР маркаси. Меламин, формальдегид, натрий сульфаниат натрийни поликонденсациялаш маҳсулоти. Тиниқ сарғиш суюқлик. Буг билан иситиш ман этилади.

II-гурӯх. Аплассан АПЛ. Акрилат ишлаб чиқаришдаги сульфат таркибли чиқиндиларини қайта ишлашдаги маҳсулот. Тўқ жигаррангли суюқлик. Суст ишқорли реакцияга эга. Ўзининг таъсири бўйича пластификатор-стабилизатор. Бетон қоришмаси вибрация таъсирида юқори жойлашувчанликка ва сезиларли қайта тикланишга эга. Ортиқча микдорда қотиш темпи секинлашиши мумкин.

Лигнопан Б-3 фракцияга бўлинган лигносульфанатларни, целлюлозанинг оддий эфирларни ноорганик тузлари ва акрил каторини солгломерни маҳсулоти. Стабиловчи эффектга эга, эритма сув ажралишини камайтиради.

Лигносульфонат техник модифицирланган ЛСТМ-2. Сувда эрувчан карбамид сакични ва техник лигносульфонат натрийни таъсирлашув маҳсулоти. Тўқ жигар ёки тўқ-сарик рангли суюқлик, сувда яхши эрийди.

ЛТМ-1 - модифицирланган лигносульфатлар. Ишқор билан механо-кимёвий ишлов берилган модификацияси.

ХДСК-3 шуни ўзи полиэтиленглюкол киритилган.

МТС-1. Юқори ёғлик спиртлар ёки уларни ишлаб чиқаришдаги чиқиндиларини киритиши.

Нил-20- цемент суспензияси билан қайта ишлаш

Нил-21- пропинол кўпик ўчирувчиларни киритиши.

МЛС- формальдегид билан конденциялаш

ОКЗИЛ (кальций хромлигносульфанат) нордон муҳитда бихроматлар билан қайта ишлаш.

КМБ-лигносульфанатларни кальций гидрооксид билан фракциялаш кейинчалик сода билан қайта ишлаш.

ЛСТ-МЦ-1 ишлатилган моносультитли щелокни қўшиш.

КОД-С- соапстокни қўшиш.

III-гурӯҳ. ЛСТ-техник лигносульфатлар озиқ-овқат ёки озуқа ачитгич олиш жараёнида ёғочни қайта ишлаб чиқаришда ҳосил бўладиган маҳсулот. Тўқ жигар, ранг ёпишқоқ суюқлик, сувда яхши эрийди. Карбон кислоталарнинг эритмаси. ПОК адамин глутара, янтарь кислоталарнинг аралашмаси, адамин кислотасини ишлаб чиқаришдаги чиқиндиси, сувда яхши эрийди, тўқ яшил рангдан тўқ қул ранггача. Сувда эрийдиган С-1. Салицил кислотаси, формальдегид ва монэтанолламинни поликонденсация маҳсулоти. Кескин ҳидли, тўқ жигар ранг суюқлик. Аниқ ингибирлик таъсири ва жуда паст ҳаво олиб кирувчи қобилятга эга.

Сувда эрийдиган ВРП-1 ва ВРП Э 50 кальций кислотаси формальдегид билан натрий тузлар аралашмасини конденсация маҳсулотлари жигаррангли қуюқ суюқлик -60°C гача музламайди.

Лигнопан Б-1 бетонлар ва қоришмалар учун лигносулфанатлар глюкоза эфирлар ва акри қатордаги саномерлар асосидаги юқори фаол пластификатор. 30% -концентрациялик тўқ жигарранг эритма ёки қукун сувда енгил эрийди.

20-03 пластификатор. Акрилат ишлаб чиқаришдаги ишлатилган чиқиндиси. Кескин ҳидли тўқ жигарранг суюқлик.

УПБ – мелсасани ачитгичдан кейин бугʻлатилган бардаси. Гумус моддалар ва минерал тузлар аралашмаси, ем ачитгичларини тайёрлашдаги ишлаб чиқариш чиқиндиси. Куйдирилган қанд ҳидли, тўқ жигаррангли, қуюқ қиём кўринишдаги суюқлик.

Кўп туташган монолит М-1 сулфинланган фенол формаль – дегидполигомер аралашмаси. Сарик рангдан тўқ жигарранггача суюқлик.

ППФ – полимерли фенол. Катализатор иштирокида водород перексиди билан фенолни оксидланиш билан олинадиган фенол. Тўқ жигаррангли қукун сувли ишқорий эритмаларда ва поляр эритмаларда яхши эрийди. ЛМГ-галит чиқиндилар асосидаги қўшимча. Лигносулфанатларни кальций хлор ва капролактама спиртли фракциясини фотореагентини ишлаб чиқаришдаги

техник галит чиқиндилари билан қайта ишлаш маҳсулоти. Тўқ жигарранг кўринишдаги қўшимча (ЛМГ-Ж), ёки оч рангдан тўқ жигарранггача қукун ҳолатдаги қўшимча (ЛМГ-П). Олдиндан зўриктирилган темир бетон конструкцияларида, ҳамда юқори мустаҳкам арматура пўлатли аралаштирилган конструкцияларда қўлланилиши ман қилинади. ФЦК-кальций цитритни фильтрати.

Лимон кислотаси ишлаб чиқаришдаги кўп компонентли чиқиндиси.

Таркибда ҳамма қандсиз мелоссани, шу жумладан ҳар хил аминокислоталар, органик кислоталар, бетолин калий тузлари ва бошқалардан иборат эритма кўринишидаги маҳсулот. Нуактив оксил чиқиндилар (оксил чиқинди), бошоқ ишлаб чиқаришдаги чиқинди. Жигаррангли, оксилни коагуляцияланган суспензия кўринишида. Суспензияни сувда эрийдиган ҳолатга ўтказиш учун уни сув билан аралаштиришдан олдин 4% NaOH эритмасида икки соат давомида 60-70°C ҳароратда қиздириш зарур. ПФС фермиат спиртли пластификатор пента эритритни ишлаб чиқаришдаги қўшимча ёрдамчи маҳсулоти, таркиби натрий формиатни сувли эритмаси қиём ҳосил қилувчи моддалар, полиспиртлар (монопентозэритритлар, полипентозэритритлар) ва оз миқдорда кальций ва натрий азот тузларидан иборат. Майда қаттиқ жисм заррачалари юрган суюқлик кўринишидаги чўкиндилик тўқ жигарранг суюқлик. АЦФ-3М ацетона формал дегидли смола. Ишқорий катализатор иштирокида ацетонни формал дегид билан поликонденсациялашдаги маҳсулоти 65% дан ошиқ концентрациялик эритма шлакопортландцементни ишлатилганда бетонда қўшимчани самарадорлигини оширади. Тавсия этиладиган миқдори -0,05-2% боғловчи массасидан.

IV-гурӯҳ НЧК – нейтралланган қора контакт. Сулфакислоталарни натрий ва кальций тузларини асосидаги қўшимча, тўқ жигар рангли суюқлик.

КЧНР – қора нейтралланган рафирилланган контакт нейтралланган нордон гудронни сувли эритмасидан иборат тўқ жигар рангли суюқлик.

ГКЖ-10— этил силиконат ва ГКЖ-11 метил силиконат натрий, оч сарик, тўқ жигар рангли тиниқ суюқликлар. ЧСП- қора сульфатли ишқор, целлолозани ишлаб чиқаришдаги қўшимча маҳсулот, таркиби органик ва ноорганик моддаларни мураккаб сувли аралашмасидан иборат. Мылонафт М-1-нефтьни соляр дистилларидан керосин ишқорий тозалашда ҳосил бўладиган чиқиндиларидан олинadиган (нафтен ва органик карбонат кислоталарни натрий тузлари) маҳсулот. СПДФ-сунъий пластифицирловчи қўшимча.

Нефть кимё ишлаб чиқаришдаги чиқинди сулфоароматик кислоталарни натрий тузларидан иборат сувли эритма СПД-М- сатҳи-фаол кўринишини ўзгартирган сунъий қўшимча. Совунлаштирилган моддаларни ва юқори ёғлиқ ва нафтен кислоталарни натрий тузларни аралашмасини сувли эритмаси тўқ жигар рангли суюқлик. ПАЩ-ишқорли адипинилипластификатор. Циклогексан ва циклогексанол моно-дикарбон кислоталарни натрий тузлар асосидаги қўшимча жигар рангли суюқлик. ПМЩ-совунланган ишқор, таркибида сода натрий ёғ кислоталарни натрий тузлари бор совун ҳидли тўқ жигар рангли суюқлик. ВЛХК-сувда эрийдиган совунлаштирилган сақич, оқар сувлардаги фенолсиз эрийдиган сақични ишқор билан совунлашган маҳсулоти абиетин кислотасидан ҳосил бўлган тузларни аралашмаси, тўқ олча рангли қаймоқсимон масса. ПФЛХ-ёпишқоқликни пасайтирувчи, ўрмон кимёсини феноли, тўқ жигар рангдан, қора рангача, ҳаракатчан суюқлик. Ўрмон-кимёсининг қўшимчаси—ЛХД қора рангли ёпишқоқ суюқлик - уни NaOH ва Ca(OH)₂ эритмалари билан нордон сақичсимон концентратни нейтраллаш йўли билан олинади. Капролактама ишлаб чиқаришдаги ишқорий қолдиқ—ЩСПК. Капролактама ишлаб чиқаришдаги ёрдамчи маҳсулот. Циклогексан ҳаволи оксидланишида ҳосил буладиган натрий тузларни сувли эритмаси кўринишидаги ёрдамчи маҳсулот жигар рангдан тўқ жигар рангача суюқлик. Капролактама ишлаб чиқаришдаги ўзгарган ишқорма қолдиқ ЩСПК- М-2. Кальцийли ёки каустик сода билан ўзгартирилган циклогексанни ҳаволи оксидланишдаги

нордон қўшимча маҳсулотларни натрий тузларини сувли эритмаси. Механик қўшимчасиз нотиниқ жигар рангдан тўқ жигар рангача суюқлик.

Хорижда ишлаб чиқарувчи қўшимчалари:

Агипласт (Agiplast) сулфитланган нафталин формальдегид бирикмалар асосидаги маҳсулот. Ишлаб чиқарувчи Rhona (Франция).

Изола ФМ -86 (izola ГМ+86) сулфилланган меламина формальдегид сақичлар асосидаги қўшимча. Ишлаб чиқарувчи izola Bachemin(ФРГ).

Конпласт (Conplast mi) сулфирланган меламина формальдегид сақич асосидаги қўшимча.

Кормикс (Cormix). Ишлаб чиқарувчи Кормикс (Cormix) сулфирланган меламина нафталин формальдегид бирикмалар асосидаги қўшимча. Ишлаб чиқарувчи Rhodia (Буюк Британия).

Кризо флюид (Chrisafluid) сулфирланган нафталин формальдегид бирикмалар асосидаги маҳсулот. Ишлаб чиқарувчи Chriso(Франция).

Ломар Д (Lomar D) сулфирланган нафталин формальдегид бирикмалар асосидаги маҳсулот. Ишлаб чиқарувчи Diamond Shamrock (АҚШ).

Мелмент (Мелмент Л10, мелмент F) сульфирланган меламина формальдегид сақичлар асосидаги қўшимча.

Майти (Mighty). Ишлаб чиқарувчи Holchmiy SKW (ФРГ) сулфирланган меламина формальдегид сақичлар асосидаги қўшимча. Ишлаб чиқарувчи: Сао Саор (Япония).

Перамин Ф(n F) меламина сульфатни тиниқ сувли эритмаси. Перамин Ф (Перамин Fп)- меламина сульфонат оқ рангли кукун ва перамин фП (перамин ФП) шаклини ўзгартирган меламина сульфатни сарик рангли сувли эритмаси. Ишлаб чиқарувчи: ООО “Уралпласт”.

Протард (Protad) оксикарбон кислоталарнинг маҳсулотларидан ҳосил бўлганлар асосидаги қўшимча. Ишлаб чиқарувчи Protex idustriss (АҚШ).

Реобилд 2000 суюқ гиперпластификатор таркиби хлорсиз, цемент сарфи 400 кг/м³ дан кам бўлмаган юқори сифатли бетонлар учун ишлаб чиқарилган.

Ҳар хил молекуляр вазнли сулфанатли полимерлар асосидаги сувда эрийдиган қўшимча. Ишлаб чиқарувчи: Люберецкий комбинат СММК.

Флюимакс (Flyimaks) сулфирланган нафталин формальдегид бирикмалар асосидаги қўшимча. Ишлаб чиқарувчи Maxfer (Италия).

Флюкс (Flyiks) ўзгартирилган акрил полимер асосидаги кукунсимон маҳсулот. Тавсия этиладиган миқдори 0,2 -0,4% цемент массасидан. Ишлаб чиқарувчи VinaVil S.P.A MAPLU гуруҳ (Италия).

Силопласт Супер (Siloplast super) сулфирланган меламина формальдегид сақич асосидаги қўшимча. Ишлаб чиқарувчи Sealocrebe Group Буюк Британия.

ПСИ (PSP) фталин формальдегид бирикмаларида сулфирланган асосидаги қўшимча Протех Индустрис (АҚШ).

Мелфлюкс 1641 F (Мелдлук 1641 Ф) эритмадан пуркаб қуритиш йўли билан олинадиган поликарбоксилат асосидаги маҳсулот. Сариқ рангли кукун. Ишлаб чиқарувчи: SKW (ФРГ).

Зикамент-ФФ (Sikament) сулфирланган меламина формальдегид сақич асосидаги қўшимча жигарранг суюқлик, зичлиги 1,23 кг/л. Тавсия этиладиган миқдори 0,6 -3% цемент массасидан. Ишлаб чиқарувчи Sika (Швейцария).

Зика вискокрит-ДОНЕ (Sika Visko Creete) шакли ўзгарган поликарбо кислоталар асосида уч бўғиндаги гиперпластификатор, жигарранг эритмаси кўринишдаги маҳсулот зичлиги 1,08 кг/л. Арматурани емирилишини кўзгатувчи хлорид ва бошқа моддаларга эга эмас. Тавсия этиладиган миқдори 0.2 1.4% цемент массасидан. Ишлаб чиқарувчи Sika (Швейцария).

Зика Вискокрит 3 (Sika Visko Creete - 3) бетон ва қоришмалар учун шакли ўзгарган поликарбоксилат асосидаги учинчи бўғиндаги суперпластификатор. Яшил рангли маҳсулот, зичлиги 1,09 кг/л. Арматурани емирилишини юзага келтирувчи хлорид ва бошқа моддаларга эга эмас. Тавсия этиладиган юқори ҳаракатчан бетонлар учун миқдори 0.4-1.2% ўз-

ўзидан зичлантирувчи бетонлар учун цемент массасидан 1.0-3.0% Sika (Швейцария).

Вика Вискокрит -5(ВиКа Виско Сcrete-5) бетон ва қоришмалар учун шакли ўзгарган поликарбоксилатлар асосидаги суперпластификатор. Хира кўринишдаги маҳсулот, зичлиги 1.1 кг/л. ПСП (PSP) фталин формальдегид сулфирланган бирикмалар асосидаги қўшимча. Ишлаб чиқарувчи Protex R. Арматурани емирилишини юзага келтирувчи хлоридларга эга бўлмаган юқори ҳаракатчан бетонлар учун тавсия этилувчи миқдори 0.2 0.6% ўз-ўзидан зичланувчи бетонлар учун цемент массасидан 0.3- 0.8 %. Ишлаб чиқарувчи Sika (Швейцария).

Зика Вискокрит -5-600-5-800 Sika Visko Crete -5-600-5-800. Бетон ва қоришмалар учун шакли ўзгарган поликарбоксилатлар асосидаги суперпластификатор жигар рангли, зичлиги 1.1 кг/л хира кўринишдаги маҳсулот Арматурани емирилишини юзага келтирувчи қўшимчага эга бўлмаган юқори ҳаракатчан бетон учун тавсия этиладиган миқдори 0.2-0.6% ўз-ўзидан зичланувчи бетонлар учун 0.3- 1.2% цемент массасидан. Ишлаб чиқарувчи Sika (Швейцария).

Аддимент ФМ 32(addiment) узоқ вақт таъсирли универсал суперпластификатор (90 минг). Поликарбоксилат асосидаги жигар рангли, зичлиги 1.14кг/л суюқлик кўринишдаги маҳсулот. Тавсия этувчи цемент массасидан 0.2 0.6%. Ишлаб чиқарувчи Аддимент Sika (ФРГ).

Аддимент -ФМ 40 ўз-ўзидан зичланувчи бетонлар учун поликарбоксилат асосидаги суперпластификатор, жигар ранг суюқлик, зичлиги 1.05 кг/л, арматура емирилишини юзага келтирувчи хлоридларга эга эмас. Тавсия этиладиган миқдори цемент массасидан 0.2-2.5 %. Ишлаб чиқарувчи Аддимент Сика (ФРГ).

Аддимент ФМ 62 (тургун эффектли поликарбоксилатлар асосидаги суперпластификатор. Арматурани емирилишини юзага келтирувчи

хлоридларга эга эмас. Тавсия этиладиган миқдори цемент массасидан -0.2 - 1.8%. Ишлаб чиқарувчи Аддимент Sika (ФРГ).

Бетокем ЛП шакли ўзгарган ва таркибда қандсиз лигносулфанатлар асосидаги қўшимча. Ишлаб чиқарувчи фирма Бетонг реимиск (Норвегия).

ВРДА (WRDA) шакли ўзгарган ва қандсиз лигносулфанатлар асосидаги қўшимча. Ишлаб чиқарувчи фирма Сгас (Буюк Британия).

Пластимент БВ40 (Plastiment BV40). Модифицирланган қандсиз лигносульфонатлар асосидаги қўшимча. Ишлаб чиқарувчи Sika (Франция).

ФН Ликвидат ВС ўз шаклини ўзгартирган қандсиз лигносулфанатлар асосидаги маҳсулот ишлаб чиқарувчи фирма Woer manh (ФРГ).

Аддимент БВ-3 жигар рангли эритма кўринишидаги зичлиги 1.12 кг/л маҳсулот. Бетон ва қоришмаларга гидроизоляция хусусиятини беради. Арматурани емирилишини юзага келтирувчи моддаларга эга эмас. Тавсия этиладиган миқдори цемент миқдоридан 0.2 -0.35%.

6.2. Пластифицирланган портландцемент

Пластифицирланган портландцемент гидравлик боғловчи модда – уни портландцемент клинкерини ва гидрофил қўшимчани, гипс билан биргаликда майда туйиб олинади.

Сирти фаол қўшимча сифатида сульфит-спирти ачиткич 0,15-0,25% миқдорида куруқ модда ҳисобидан қўшилади. Пластифицирланган цементни муҳим хусусияти бетон қоришмасини пластиклигини оширади. Натижада:

- а) бетон қоришмасини жойлаштиришда меҳнат хажми пасаяди, бетонлаш тезлашади, иншоотларда бетонни ётқизиш сифати ошади;
- б) бетонда цемент сарфи камаяди;
- в) сув цемент нисбати пасайиш ҳисобига бетон мустаҳкамлиги ва совуққа чидамлилиги ошади.

Бир қатор олимлар ва тадқиқотчилар портландцементларнинг баъзи хоссаларини, агар уларга органик сирт фаол моддалар (САМ) киритилса, яхшилаш мумкин эканлигини аниқладилар. Бунда цементнинг узок сақланишда фаоллиги йўқолишини камайтириш, сув талабчанликни пасайтириш, қоришмалар ва бетон аралашмаларининг пластиклигини ошириш, сув ажралишини, қатламланишини камайтириш, цементларнинг чидамлилигини яхшилаш мумкин бўлади.

САМнинг барча турлари уларнинг цементларининг хусусиятларига кўрсатадиган таъсирига қараб иккита асосий гуруҳга бўлинади: пластифицирловчи деб аталувчи ҳамда цемент қуқунининг сув билан ҳўлланилишини оширувчи гидрофил ва уни пасайтирувчи гидрофоб гуруҳлар.

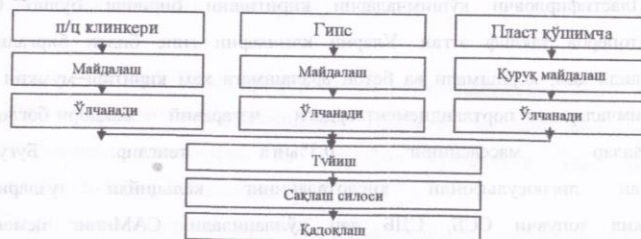
Пластифирловчи қўшимчаларни киритишни биринчи бўлиб С.В. Шестоперов таклиф этган. Уларни клинкерни гипс билан биргаликда туйишда ҳам, қоришмалар ва бетон аралашмага ҳам киритиш мумкин. Бу қўшимчаларнинг портландцементлардаги чегаравий миқдори боғловчи моддалар массасининг 0,3%га тенгдир. Бугунда асосан лигносульфонли кислоталарнинг кальцийли тузларидан ташкил топувчи ССБ, СДБ лар қўлланилади. САМнинг цементга таъсир қилиш механизми шундан иборатки, портландцемент заррачалари сув билан аралашинида ўз сиртига пластифирловчи қўшимчаларнинг молекулаларини абсорбциялайди. Бунда пластифирловчи қўшимчалар гидрофиллик хусусияти туфайли цемент заррачалари атрофида унинг гидролизланувчи қўшимчалари бирикишига тўсқинлик қилувчи сув қобиклари юзага келишига сабабчи бўлади ва бу туфайли цемент аралашмасининг ҳамда бетон қоришмасининг силжувчанлиги ортади.

Шу билан биргаликда пластифицирланган қўшимчаларни цементга киритилиши цементни бошланғич қотишида гидратланиш тезлигига ва

қотишига салбий таъсир кўрсатади. Пластифицирловчи эффекти цемент минерологик тартибига, хоссаларига, қўшимчанинг миқдорига боғлиқ.

Ишлаб чиқариш технологияси қуйидаги схема бўйича олиб борилади. Пластифицирланган цементлардан гоҳ музлаб, гоҳ эриб турувчи ёки гоҳ қуриб турувчи бетон ҳамда темир – бетон конструкциялар ва қурилмалар ясашда фойдаланиш тавсия этилади.

Пластифицирланган цементни характерли хоссаси цемент ҳамирини қотиш муддатини секинлаштириши, бетонни арматура билан жипслаштириш мустаҳкамлигини камайтирмайди, деформатив хоссалари яхшиланади, дарзликлар ҳосил бўлишини олдини олади. Гидратланиш жараёни секинлаштириш муносабати билан бетонни иссиқлик ажратиши секинлашади, ҳарорат ўтказувчанлиги ошади.



6-чижа. Пластифицирланган цемент ишлаб чиқариш технологияси

Бу хоссалари гидротехник бетон ишлаб чиқаришда бебаҳо деб ҳисобланади. Пластифицирланган цементларни чучук сувларда навбатма-навбат музлаш ва эриш, намланиш ва қуриш муҳитларида ишлатиладиган бетон ва техник бетон конструкциялар учун тавсия этилади.

6.3. Гидрофоб портландцемент ва қўшимчалар

Гидрофоб портландцемент - гидравлик боғловчи модда, унинг таркиби биргаликда майда туйилган цемент клинкери, гидрофоб қўшимча ва гипсдан иборат.

Гидрофоб қўшимчалар бетондаги ғовақлик ва капиллярлар деворларига гидрофоб хоссаларини берувчи моддалардир. Гидрофоб қўшимчаларга молекулаларни тузилиши кескин ассиметрияга эга бўлган қўпчилик органик моддалар киради ҳамда уларни бетон ва қоришмаларга қуйидаги мақсадда қўшилади:

- ғовақлар ва капиллярлар деворларини ҳамда буюмларини сатҳ ини ҳўлланишини камайтириш учун;
- ҳаво олиб кирувчи ёки газ ҳосил қилувчи, ҳосил бўлган газ бўшлиқларини гидрофобизациялашини кузатувчилар;
- бетон қоришмасини боғлиқлигини ва ҳаракатчанлигини уларда ҳаво ёки газ пуфакларини бир хилда жойлашгани ҳисобига ошиши.

Гидрофоб қўшимчаларини бетон ва қоришмаларга сув итарувчи хоссаларини бериш ингичка деворли полларни, конструкция элементларда, резервуар, лотоклар қопламларида, ҳамда цемент билан суюқликни таъсир этиш имконини бартараф этиш зарурида полларни резервуарларни ва бошқа юзаларни намланишини технологик ёки гигиеник нуқтаи назаридан мумкин бўлмаганда қўшилиши жуда самарадорлидир. Гидрофоб қўшимчалар таъсир этиш эффектига кўра уч гуруҳга бўлинади.

1-гуруҳ Фенилэтоксисилоксан 113-63 (собик ФЭС50) тиниқ ҳаракатчан суюқлик, сувда эримайдиган эмульсия ҳосил қилувчи қўшимчани қиритилиши бетон қоришмасини узоқ вақт ҳаракатчанлигини сақлаб туради, аммо бетон мустаҳкамлигини пасайишига олиб келади. Бетонга иссиқлик ишлови бериши тавсия этилмайди.

Алюмометилсиликонат натрий АМСР-3. Метали алюминийни натрий метилсилканат билан таъсирлашув махсулоти. Рангсиз ёки сарғиш суюқлик, сув билан ҳар қандай нисбатларда аралаштиради.

Пласт ИЛ. Портланд цементда ва шлакопортланд цементда тайёрланган қоришма ва бетонлар учун гидрофобизатор. Қўшимча таркибида арматурани емирилишини юзага келтирувчи хлоридлар йўқ. Қоришмаларни қатланмаслигини ва яшовчан қобилятини оширади. Пластифицировчи таъсирга эга. Бетон (эритма) қоришмасига қўшимча курук ёки суспензия кўринишида киритилади. Тавсия этиладиган миқдори-1,5% цемент массасидан. Ишлаб чиқарувчи: ОАО «Спецстрой материаллар».

2-гурӯх Полигидросилоксанлар 136-41 (Собиқ ГЖЖ-94) ва 136-157М (собиқ ГЖЖ-94М) этилдиҳлорсиланни гидролизиди ҳосил бўладиган этилгидросилоксен полимери. Актив водород миқдори ГЖЖ-94 да 1,3...1,42%, ГЖЖ-94М да-1,76% кўрсатилган қўшимчалардан фойдаланганда қоришманинг ҳарорати 30°C дан ошмаслиги керак, қоришмани электро қиздириш ман этилади.

КОМД-С-комплекс орғано-минерал қўшимча натрий ва сульфидно-дрожжали барданинг сувли эритмасида соапсток ўсимлик мойининг тўғри эмульсиясидан олинadиган қўшимча сувда эрувчан кучайтирилган пластифицировчи фаолиятга эга (35...45% га)

Полигидросилоксанлар ва бошқа қўшимчалар 2-гурӯх гидрофобизаторлар сифатида ишлатиладиганларда бетонни сув шимувчанлигини 2-4,9 маротаба (28 сут. сўнг синалганда) пасайтириши керак.

3-гурӯх ССП-Пеназолени нордон олтин гугурт тузлари оч сариқдан оч жигар рангли, водород кўрсаткичи $RH=7,39$ сирти тортилишни пасайтиради. Этилсиликонат натрий ГЖЖ-11, оч сариқдан жигаррангача тиниқ суюқлик.

3-гурӯх Гидрофоб қўшимчалар бетонни сув шимувчанлигини пасайтиришлари керак 1,4-1,9 маротаба (28 сут. синовдан кейин).

Гидрофоб қўшимчаларни таъсир этиш механизми шундан иборатки, улар цемент гидромахсулотлари билан ўзаро таъсирлашиб майда ғоваклар ва капиллярлар деворларида жуда майда томчилар кўринишида чўкишади ва гидрофоб қоришмалар ҳосил қилади. Бунинг натижасида қайтиш биргаликка эга контакт юзага келади ва унда сатҳий чўзиш кучлар ғоваклардан сувни итариб чиқади. Гидрофоб қўшимчаларни самарадорлигини ГОСТ 30459 талаблари билан мослаштириб бетонни сув шимувчанлиги даражаси бўйича баҳолашади. Сув шимувчанлигининг камайиш кўрсаткичи (масса бўйича) U_w формула бўйича ҳисобланади:

$$U = W^* W_a \%$$

W^* - назорат таркибли (қўшимчасиз%) намуналарнинг сув шимувчанлиги.

W_a - Асосий таркибли (қўшимчали%) намуналарнинг сув шимувчанлиги.

Цемент тизимларида гидрофоб қўшимчаларни қўлланиши зич ва бир хил таркибли шаклланишига қўмаклашади. Бу макроғовак (ғоваклар радиуси 10МКМ дан кам) ўлчами ва миқдори камайишида ҳамда цемент тош массаси бўйича уларни бир текисда жойлашиши ифода этилади. Қўшимчали цемент тизимларида макроғоваклар миқдори қўшимчасиз тизимларга кўра 2-4 маротаба кам. Қоида бўйича макроғоваклар берк, тўғри айланма, четлари текис шаклга эгадир. Уларнинг ўлчамлари 0,5 дан 0,05 мм гача чегарада ва ўлчами 0,1 мм ли ғоваклар кўпрок бўлади. Гидрофоб қўшимчалар цемент гидромахсулотларини моддификациясига қўмаклашади. Тадқиқотлар шуни кўрсатадики, комплекс орғонаминерал қўшимча КОМД-С ишлатилиши гидратмахсулотлар орасида гелъ ҳолатдаги толали ва ингичка игнали кальций гидросиликатларни миқдори кўпайишига олиб келади, натижада цементтоши ички тузилишининг дисперслиги ошади ва у бир хил таркибли бўлиб қолади. Орғонаминерал қўшимча киритилганда структура ҳосил бўлиши натижасида цементтошда юзага келадиган янги махсулотлар ўзининг табиати бўйича ННҚ тузи қўшилганда ҳосил бўладиган янги махсулотлардан фарқланмайди, аммо адсорбция боғланган сувни кўпайгани

хисобига КОМД-С қўшимчали бетонларда ўртача зичлигини ва мустаҳкамлигини ошири кузатилади.

Гидрофоб қўшимчалардан полларни ва деворларни жойлаштириш учун фойдаланилганда муҳимини, улар қўлланадиган ёпмалар, сувоқлар, ёпишиш таркиблар билан жипслашишига ҳалақит бермайдими аниқлаш керак яъни. Гидрофоб қўшимчаларни қўлланадиган цемент турига кўра тавсия этиладигини миқдори 6.1 жадвалда келтирилган. Қўшимчалар миқдори бетон ва қоришмаларда кўрсатилган катталиқдан ошмаслиги керак, чунки кўп миқдорда ишлатилса, зичлиги, мустаҳкамлиги ва сувга чидамлилиги камайишига сабаб бўлиши мумкин. Гидрофоб қўшимчали бетон қоришмаларини ёмон ва етарли аралаштирмаслиги ҳам бетонни сув итарувчи хоссаларини пасайишига олиб келиши мумкин.

Гидрофоб қўшимчаларни тавсия этиладиган миқдори

Жадвал -5

Портланд цемент тури	Цемент массасидан % куруқ модданинг миқдори		
	113-63, АМСР-3 КОМД-С	136-41,136-157м	Гкпс-10 Гкж11,ССП
Оддий тез котувчи.	0,1...0,2	0,06...0,08	0,1...0,2
Сульфатгача бардошли	0,03...0,1	0,05...0,07	0,05...0,15
Пластифицирланган	0,03...0,1	0,03...0,5	0,05...0,15
Шлакапортландцемент	0,1...0,2	0,06...0,08	0,1...0,2
Пуццелон	0,1...0,2	0,06...0,08	0,1...0,2

Хорижда ишлаб чиқарилувчи қўшимчалар. Стеарат цинк (stavinor ZnE)- катта сатҳи юзали сувоқ ишлари учун давомийлик эффектли гидрофоб агент Альгицид таъсир фаолиятига эга (сувда ўсадиган ўсимликлар ҳосил

бўлинишини олдини олади) қўшилиш миқдори-0,1...1,0% цемент массасидан, ишлаб чиқарувчи:

ЗАО Еврохим “Стеарат кальций” (stavinor Ca PSe), сувоқ қоришмалар учун катта сатҳи юзали гидрофоб агент қўшилиш миқдори 0,2...0,1% цемент массасидан ишлаб чиқарувчи: ЗАО Еврохим.

Гидрофоб Е (HIDROFOBE) қурилиш қоришмалар учун гидрофоб агент. Пластифицирловчи фаолиятга эга. Сутли-сарик ёки сарик суюқлик. Цемент қоришмаларга киритиш миқдори-3% цемент массасидан, оҳак-цемент қоришмалар учун 4...5% цемент массасидан, оҳакли қоришмалари учун 7-10%.

Ишлаб чиқарувчи: ТКК фирмаси (Словения). Сементол Е (SEMENTOL E) пластифицирловчи фаолиятли, қурилиш қоришмалари учун -3% цемент массасидан, оҳак цементли қоришмаларга3-5%, оҳакли қоришмаларга 7-10% ишлаб чиқарувчи: фирма ТКК (Словения).

Зиколайт (Sikalite)қурилиш қоришмалари учун гидрофоб қўшимча. Танранг, уни олдиндан цемент ва кулни куруқ қоришмаси билан аралаштириш керак. Қўшилиш миқдори 2% цемент массасидан. Ишлаб чиқарувчи Sika (Швейцария), қуқун-зичлиги 0,8кг/м³ говакликка боғланган ҳолда материал сарфи 0,5кг/м³ 2-3 қатлам шимдирувчини суриш тавсия этилади.

Ишлаб чиқарувчи: SiFa (Швейцария) Бетон ва қоришмалар учун гидрофобизатор оқ кукун, уни олдиндан цемент ва кумни куруқ қоришмаси билан аралаштирилади. Тавсия этиладиган миқдори 2,0...3,0% цемент массасидан. Ишлаб чиқарувчи: ОАО «Куруқ қоришмалар заводи».

Аддимент ДМ2 (Addiment DM2) бетон ва қоришмалар учун гидрофобизатор. Қўшимчада арматурани емирилишини юзага келтирувчи хлоридлар мавжуд эмас. Тавсия этиладиган миқдори - 0,2...0,8% цемент массасидан. Ишлаб чиқарувчи: Addiment Sika (ФРГ).

Олеат натрий (Liga natriumoleat SO). Бетон ва қоришмалар учун кукун кўринишдаги фаол гидрофоб агент. Тавсия этиладиган миқдори - 0,05-0,6% цемент массасидан. Ишлаб чиқарувчи ЗАО «Еврохим».

Зикагارد-702 В-Аквафоб (SiRagard-702 w Aquahod) Силиконли микро эмульсияни концентрати: Сув билан аралаштирилганда юқори шимувчан қобилиятли сув итарувчи шимдирувчи сифатида хизмат қилади. Сариқ рангли суюқлик $0,5 \text{ кг/м}^3$ зичликка эга. Материални сарфи ғовакликка боғланган ҳолда $-0,15 \text{ кг/м}^2$. Шимувчан қатламни -2-3 қатламда сўриши тавсия этилади. Ишлаб чиқарувчи: Sika (Швейцария). Бу гуруҳ кўшимчалари ишончлик талаблари бўйича бетонни сув шимувчанлигини пасайишини 5- ва ундан кўп мартаба таъминлаши керак (28 сут. Синовдан кейин).

Мылонафт — натрий тузларидан ва сувда эримайдиган органик кислоталардан таркиб топган ёғсимон модда.

Асидол — нефть кислоталаридан иборат бўлган қуюқ суюқлик.

Асидол — мылонафт - нефть кислоталари ва натрий тузлари аралашмасидан ташкил топган ёғсимон модда.

Гидрофоб моддалар қатъий дозаланган ҳолда цемент массасининг 0,06-0,3% миқдорида киритилади.

Гидрофоб портландцементни сақлашда, ташишда кам гигроскопик хоссага эга, қоришма ва бетон қоришмаларга юқори ҳаракатчанлигига, қулай жойлашиш қобилиятига эга бўлишига ёрдам беради, қотган бетон ва қоришмаларга юқори совуққа чидамлиликини таъминлайди. Гидрофоблаш маъноси куйдагилардан иборат: кўшимчалар цемент заррачалар юзасида ассиметрик — поляр молекулалардан радикалдан иборат молекуляр адсорбцион пленкалар ҳосил қилади. Ушбу радикаллар гидрофоб, яъни сув итарувчи хоссаларга эга. Цемент заррачалардаги химояловчи пленкалар “тўрсимон” ёки “мозанкасимон”, шунинг учун цемент ўзининг асосий хоссаси сув билан аралашганда қотишни сақлаб қолади. Цемент заррачаларда адсорбцион гидрофоб қатламларни молекулаларни қисми

гидрофоб кўшимчани терига боғланган ҳолда сувда эримайдиган ҳолда сув итарувчи нафтенат ёки кальций олеатлар ҳосил қиладилар.

Гидрофоб портландцементлар 3-6 ой мобайнида тўйинган нам муҳитда сақланганда 2,5-3,5% га массаси ошади, оддий портландцемент эса 6-10% га кузатувлар кўрсатади, бир йил копларда сақланган гидрофоб цементлар бўлакчалар ҳосил қилмаган ва сочилувчан ҳолатни сақлаб қолган.

Гидрофоб цементни ўз-ўзидан фаоллиги ошиши куйидаги билан тушунтирилади: гидрофоб пленкаларни “тўрсимон” тузилиши сабаб бўлиб сув буғлар ва углероддан газ цемент заррачаларини юзаси билан таъсирлашмайди, унинг микродарзликлар орқали чуқур ичига кириб кетади ва унинг гидратланишини кучайтиради. Гидрофоб кўшимчалар гидратли янги маҳсулотларни кристалланиш жараёнларига модифицирланган таъсир кўрсатади, цемент тошини нисбатан бир хил майда заррачали тузилишини ҳосил бўлишига кўмаклашади. Гидрофоб портландцементни устунликлари куйидагилар:

- сувга талабчанлиги камайганлиги сабабли цемент сарфи камаяди;
- қуруқ иқлим шароитларида гидрофоб цементлар бетондан сувни буғланиш тезлигини пасайтиради;
- гидрофоб цементлар асосидаги бетонлар кам капилляр суришлик ва сув ютиши билан ҳарактерланади;
- юқори совуққа чидамлилики.

Гидрофоб цементни оддий цементдан ажратиш усуллари:

1. Сувли станканга бир чимдим цемент солинади. Гидрофоб цемент сув юзасидан пленка кўринишда ёйилади, оддий цемент — чўқади.
2. Қуруқ юзада 5-10 г цементни ингичка қатлам ҳолатда ёйилади ва қатламга бир неча томчи сув сепилади. Гидрофоб цементда сув томчи кўринишида қолади, оддийда тез шимиб олади.
3. Қуруқ стаканга яримгача цемент солинади аста-секин сув куйилади. Агар гидрофоб цемент бўлса, сув у билан аралашмайди, 1-2 соатдан сўнг

уни тўқиш мумкин, цементни қоғоз варағига сепса – у қуруқ бўлиб туради. Гидрофоб цемент, биринчи навбатда, узоқ масофага сақлаш, ташиш талаб қилинганда (сувли, денгиз йўллари), гидротехник иншоотлар, гидроизоляциян сувоқ қоришмалари тайёрлашда қўлланилади.

4. Гидрофоб портландцементни сақлашда, ташишда кам гигроскопик хоссасига эга қоришма ва бетон қоришмаларга юқори ҳаракатчанлигига, қулай жойлашиш қобилиятига эга бўлишига ёрдам беради, қотган бетон ва қоришмаларга - юқори совуққа чидамликни таъминлайди. Гидрофоблаш маъноси қуйидагидан иборат: қўшимчалар цемент заррачалар юзасида асимметрик – поляр молекулалардан радикалдан иборат молекуляр - ассорбцион пленкалар ҳосил қилади. Ушбу радикаллар гидрофоб, яъни сув итарувчи хоссасига эга. Цемент заррачалардаги химоячи пленкалар “тўрсимон” ёки “мозаикасимон” шунинг учун цемент ўзининг асосий хоссасини сув билан аралашганда қотишни сақлаб қолади. Цемент заррачаларда адсорбцион гидрофоб қатламларни ҳосил бўлиш жараёнини тезлаштириш адсорбцияланган молекулаларни қисми гидрофоб қўшимчани турига боғланган ҳолда сувда эримайдиган ҳамда сув итарувчи нафтенат ёки кальций олеатлар ҳосил қиладилар.

Гидрофоб портландцементлар 3-6 ой мобайнида тўйинган нам муҳитда сақланганда 2,5-3,5% га массаси ошади, оддий портландцемент эса 6-10% га қузатувлар кўрсатади, бир йил қопларда сақланган гидрофоб ҳолатни сақлаб қолган. Гидрофоб цементни ўз-ўзидан фаоллиги ошиши қуйидаги билан тўйинтирилади, гидрофоб пленкаларни “тўрсимон” тузилиши сабаб бўлиб сув буғлар ва угленордон газ цемент заррачаларни юзаси билан таъсирлашмайди, унинг микродарзликлар орқали чуқур ичига кириб кетади ва унинг гидратланишини кучайтиради. Гидрофоб қўшимчалар гидратли янги маҳсулотларни кристалланиши жараёнларига модифицирланган таъсир кўрсатади, цемент тошини нисбатан бир хил майда заррачали тушишига ҳосил бўлишига қўмаклашади.

Гидрофоб портландцементни устунликлари қуйидагилар:

- сувга талабчанлиги камайганлиги сабабли цемент сарфи камаяди;
- қуруқ иқлим шароитларида гидрофоб цементлар бетондан сувни буғлатиш тезлигини пасайтиради;
- гидрофоб цементлар асосидаги бетонлар кам капилляр суришлик ва сув ютиши билан характерланади;
- юқори совуққа чидамлик.

Гидрофоб цементни оддий цементдан ажратиш усуллари:

- сувли стаканча бир чимдим цемент солинади, гидрофоб цемент сув юзасида пленка кўринишида ёйилади, оддий цемент чўкади;
- қуруқ юзада 5-10 г. цементни ингичка қатлам ҳолатида ёйилади ва қатламча бир неча томчи сув сепилади. Гидрофоб цементда сув томчи кўринишида қолади, оддий тез шишиб олади;

- қуруқ стаканчанинг ярмигача цемент солинади аста секин сув қуйилади. Агар гидрофоб цемент бўлса, сув у билан аралашмайди, 1-2 соатдан сўнг уни тўқиш мумкин, цементни қоғоз варағига сепса – у қуруқ бўлиб туради. Гидрофоб цемент, биринчи навбатда, узоқ масофага сақлаш ташишида талаб қилинганда (сувли денгиз йўллари), гидротехник иншоотлари, гидроизоляциян сувоқ қоришмалари тайёрлашда қўлланилади.

Қўшимча ГКЖ – 94 ва оҳак цементга ёки сув билан киритилади. Тажриба шуни кўрсатадики қўшимчани киритиш усули сезиларли кенгайиш кўрсаткичига таъсир кўрсатади.

Оҳакни сувга солинганда, ГКЖ - 94 цементни туйишда киритилиши оптимал натижалар беради. Қўшимча ГКЖ – 94 ни туйишда киритилиши технологик жараёни ўзгартирмайди, аммо туйиш жараёнига ижобий таъсир кўрсатади, чунки портланд цемент клинкерини юзасида кристалл сингни тузилишини енгиллаштирувчи ингичка адсорбция қатламларини ҳосил қилади ва узоқ вақт сақланишини таъминлайди. Чатиштирилган

қўшимча (ГКЖ-94+СаО) тутиб қолиш муддатини секинлаштиради. Физик хоссалари қуйидагича:

- нормал қуюқлиги % - 26,6;
- тутиб қолиш муддатлари, мин бошланиши – 3-25, охири – 8-20;
- сатҳи юзаси – 3200 см²/2;
- механик хоссалари:
- сиқилишига бўлган мустаҳкамлик чегараси кг/см² : 28 суткада – 532, чўзилишига – 36; совуққа чидамлилиги бўйича, маркаси 100 циклга тенг. Иссиқлик ишловидан сўнг бу цементларнинг мустаҳкамлиги нормал шароитда қотишидан паст.

Бу цементни синчли биноларни темирбетон колонналарни пайвандланган чокларини бетон билан тўлдириш.

7- Боб. Чўкмайдиган портландцемент

Маълумки, гидравлик боғловчилар асосида тайёрланган бетонлар қотишида хажмда кичраяди, чунки қотиш жараёни чўкиш билан ўтади. Назорат ва экспериментал кўрсатилган, қўшимча оҳакни киритилиши цемент тошини бошланғич кенгайишини кўпайтиради, сирт-фаол қўшимча эса олиган кенгайишни маҳкамлайди. Шунинг учун ҳолда портландцемент асосида чўкмайдиган цемент таркиби ишлаб чиқилган. Сирт-фаол қўшимча сифатида газ ҳосил қилувчи кремний органик суюқлик ГКЖ-94 ни 50% сувли ман эмульсияси (эмульгатор-желатин) қўлланилган. Цементга 0,1% миқдорда цемент массасидан киритилган сўндирилмаган оҳакни цемент массасидан 10% миқдорда қўшилган. Тажибалар ГКЖ-94 ни тузумни бошланғич кенгайиши кўрсаткичига ижобий таъсир кўрсатганлигини тасдиқлади. Қўшимча ГКЖ-94 ва оҳак цементга ёки сув билан киритилди. Тажиба шунини кўрсатадики, қўшимчани киритиш усули сезиларли кенгайиш кўрсаткичига таъсир кўрсатади.

Қўшимча ГКЖ-94 ва оҳак цементга ёки сув билан киритилади. Тажиба шунини кўрсатадики, киритиш усули сезиларли кенгайиш кўрсаткичига таъсир кўрсатади.

Оҳакни сувга солинганда, ГКЖ-94ни цементни туйишида киритилиши оптимал натижалар беради. Технологик жараёни ўзгартирмайди, аммо туйиш жараёнига ижобий таъсир кўрсатади, чунки портланд цемент клинкерини юзасида кристалл синчли тузилишини енгиллаштирувчи ингичка адсорбция қатламлари ҳосил қилади, ва узок вақт сақланишини таъминлайди. Чатиштирилган қўшимча (ГКЖ-94+СаО) тутиб қолиш муддатини секинлаштиради. Физик хоссалари қуйидагича:

- нормал қуюқлиги-26,5%;
- тутиб қолиш муддатлари, мин.бошланиши-3-25, охири – 8-20;
- сатҳи юзаси – 3200 см²/2;
- механик хоссалари;
- сиқилишига бўлган мустаҳкамлик чегараси кг/см² : 28 суткада – 532;
- чўзилишига – 36;
- совуққа чидамлилиги бўйича маркаси 100 циклга тенг.

Иссиқлик ишловидан сўнг бу цементларнинг мустаҳкамлигини нормал шароитда қотишидан паст. Бу цементни синчли биноларни темирбетон колонналарини пайвандланган чокларини бетон билан тўлдириш.

8-боб. Сульфатга бардошли портландцементлар

Буларга: сульфатга бардошли портландцемент, минерал қўшимчали сульфатга бардошли портландцемент, сульфатга бардошли шлакопортландцемент, пуццолон портландцементлар киради.

Бу барча цементларни нормал минералогик таркибли клинкерни, қўшимчалар қўшиб ёки қўшмасдан, туйиб тайёрланади. Сульфатга бардошли клинкердаги минераллар

таркиби куйидагича бўлиши керак; C_3S —50% дан ортиқ бўлмаган, C_2A —5% дан ортиқ бўлмаган, Mg оксид — 15%дан ортиқ бўлмаган C_3A — C_4AF —22% дан ортиқ бўлмаган миқдорда.

Ушбу цемент мустаҳкамлиги бўйича 300 ва 400 маркаларга бўлинади. Ишлаб чиқариш технологик схемаси оддий портландцемент ишлаб чиқариш схемасидан фарқланмайди.

Сульфатга бардошли портландцемент клинкерини минералогик таркиби

6-Жадвал

Кўрсаткичлар	Цемент ишлаб чиқариш учун клинкер		
	Сульфатга бардошлилик	Мин.қўш. сульфатга бардошлилик	Шлакопортландцемент сульфатга бардошлилик
% масса бўйича миқдори қўп эмас:			
C_3S	50	Нормалланган эмас	Нормалланган эмас
C_2A	5	5	8
MgO	5	5	5
C_3A+C_4AF % масса бўйича қўп эмас	22	22	Нормалланган эмас

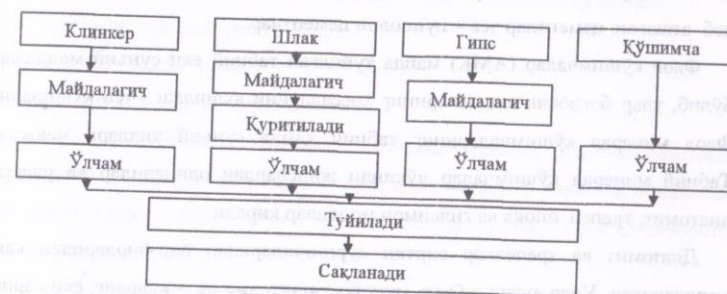
Грануллиланган домна ва электротермофосфор шлакларда Al_2O_3 8% ошмаслиги керак, сульфатга бардошли портландцемент гидратланишида имкони борича паст иссиқлик ажратиш билан ҳарактерланиши керак, чунки гидротехник иншоотларда ҳам қўлланилади. Клинкер кескин совутилиши портландцементни сульфатга бардошлигини оширади, чунки бунда кристаллик C_3A миқдори пасаяди ва шишасимон фазани оширилган миқдори ҳосил бўлади.

Сульфатга бардошли цементларнинг моддий таркиби

7-Жадвал

Цемент	Цемент массасидан % қўшимчалар миқдори		
	Гранул.домна ёки электротерм. Фосфор	Фаол минерал қўшимча	
		Чўккан (глинедан ташқари)	Бошқалар (глине)
Сульфатга бардошли	Киритилмайди		
Минерал қўшимчани сульфатга бардошлиги	10 дан кам эмас	5 дан кам эмас 10 дан қўп эмас	Киритилмайди
Сульфатга бардошли шлакопортландцемент	21 дан кам эмас 60 дан қўп эмас		

Иссиқлик ишловчи юқори асосли кальций гидросиликатларни кристалланишига ҳамда клинкер шишасини гидратланиш натижасида гидрогранат — $3CaO (Al_2O_3)_2O_3 \times SiO_2 (6-2x)H_2O$ — ҳосил бўлишига қўмаклашади, навбатма-навбат эриш ва музлаш муҳитида ишлатиш учун қўшимчалар қўшиш тавсия этилади, масалан газ ҳосил қилувчи, ҳаво олиб кирувчи, сатҳ-фаол ва х.к.



6-чизма.Ишлаб чиқариш технологик схемаси

Бу цементлар олдиндан зўриктирилган бетон темирбетон конструкцияларида, гидротехник иншоотлар тайёрлашда қўлланади.

8. Экзотермиялик портландцементлар

Бу цементлар доимий қўп маротаба музлаш ва эриш, намланиш ва қуриш ёки минераллаштирилган сувларда чучук шароитларда ишлайдиган массив гидротехник иншоотларни ташқи зоналар учун бетон ва темир бетон конструкциялар учун мўлжалланган. Гидратланишда кам иссиқлик ажратади, сульфатга бардоши бироз баланд. Цементга фаол ёки инерт қўшимчалар киритилмайди, клинкерда 50% қўп бўлмаган $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ва 8% дан қўп бўлмаган $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ бўлиши керак. Мустақамлиги бўйича иккита маркага бўлинади – 300, 400.

9-боб. Пуццолон портландцементлар.

Қадим замондан маълумки, вулкон туфи билан ҳаволи оҳакни аралаштириб гидравлик боғловчи олиш мумкинлиги эрамиздан олдин чучук денгиз сувида барқарор гидравлик қоришмалар тайёрлаш учун Санторин конидаги туф қўллашган, римиклар эса Поццуоли конидаги вулкон туфини ишлатишган. Бунақа қўшимчалар кейинчалик пуццолон деб аташган, цементлар эса – пуццолон цементлар.

Фаол қўшимчалар (АМК) майда туйилган табиий ёки сунъий моддалар бўлиб, улар боғловчи моддаларнинг хоссаларини яхшилаш учун қўшилади. Фаол минерал қўшимчаларнинг табиий ҳамда сунъий хиллари мавжуд. Табиий минерал қўшимчалар чўкинди жинслардан олинадилар ва уларга диатомит, трепел, опока ва гилсимон моддалар киради.

Диатомит ва трепеллар сиртқи кўринишларидан бир-бирларидан кам ажраладилар. Улар енгил, пўкак, мустақамлиги кам оқ – кулранг, ёки сарик – кулранг жинслар бўладилар. Ҳажмий оғирлиги – 700 – 1000 кг/м³.

Опокалар – оғир ва зич жинслар, ҳажмий оғирлиги 1200 – 1600 кг/м³ бу хилдаги минерал қўшимчалар кимёвий таркиби бўйича бир – бирларига яқин ва фоиз ҳисобида қуйидаги моддалардан иборат: 70 – 90 SiO_2 ; 3 – 10: Al_2O_3 ; 1 – 3: $\text{Na}_2\text{OK}_2\text{O}$; 1 – 3% CaO .

Гилсимон жинслар – ер ости қўмирлари ўз-ўзидан ёнгандан улар орасидаги гиллар қуйиши натижасида ҳосил бўлувчи қуйинди жинслар бўлиб, улар ўз хусусиятларига кўра 800 – 1000°C да қуйдирилган гилларга ўхшаш бўлади.

Вулкон жинслари қўшимчаларга вулкон кули, туф, денгиз кўпиги ва ҳ.к. киради. Кимёвий таркиби асосан SiO_2 ва Al_2O_3 (70 – 90%) дан иборат ва 2 – 4% $\text{CaO} - \text{MgO}$; $\text{Na}_2\text{O} - \text{K}_2\text{O}$ (3 – 8%) ва сув 5 – 10%. Фазовий таркиби бўйича юмшоқ шиша, (50 – 80%), силикат ва алюмосиликат бирикмасидан иборат. Тошқўмир ва антрацит қуйдирилганда SiO_2 ва каолинит минераллари қўп бўлган шлаклар ва куллар олинади. Булар таркибида SiO_2 , Al_2O_3 ; FeO миқдори 60 – 65% ташкил этади. Буларни фаоллиги ёқилгини қуйдириш ҳароратига боғлиқ. Торф (балчиқ қатлам) қуйдирилганда – карбонатли ва сульфатли шлак ва куллар олинади.

9.1. Сунъий кислотали фаол минерал қўшимчалар.

Сунъий нордон фаол минерал қўшимчаларга қуйидагилар киради:

1. Фаол кремнезем чиқиндилари:
2. Қуйдирилган гиллар:
3. Ёқилги куллар ва шлаклари:

Биринчи гуруҳдаги моддалар кимёвий таркиби бўйича сезиларли тебранади. Қуйдирилган гиллар – кулсимон моддалар таркибида каолинит миқдори (Al_2O_3 ; 2SiO_2 ; $2\text{H}_2\text{O}$) бўлган гилларни 600 – 800°C ҳароратда қуйдириб олинади.

Ёқилги гиллари ва шлаклари – бу тошқўмир, куруқ балчиқларни ҳар хилларини қуйдирганда ҳосил бўлувчи чиқиндилардир. Шлаклар заррачалар

0,3 – 0,5 мкм бўлган чикиндилардир. Уларнинг кимёвий ва минералогик таркиби ёқилган жинсларнинг турига боғлиқ. Г.Н. Сиверцев шлак ва кулларни таркибига кўра уларни тўртта гуруҳга бўлган: 1 – тошкўмир ва антрацит куйдирилганда ҳосил бўлувчи куллар ва шлаклар. 2 – гилли шлаклар ва куллар – таркибида кам миқдорда Fe_2O_3 , каолинит минераллари. 3 – карбонатли шлаклар ва куллар. 4 – сульфатли қуруқ балчиклар куйдирилишида ҳосил бўлувчи куллар.

Фаол нордон минерал қўшимчаларга биринчи икки гуруҳга шлак ва куллар киради. Буларда кремнезём SiO_2 , гилтупрок Al_2O_3 , темир оксиди Fe_2O_3 миқдори 60 – 90% ташкил қилади. Минерал боғловчи қўшимчаларни фаоллиги, яъни оддий ҳароратда сув таъсирида $\text{Ca}(\text{OH})_2$ нинг боғлаш қийматига эга бўлиши уларнинг таркибида кимёвий фаол ҳолатда бўлган моддалар билан тушинтирилади ва қанча майда бўлса, шунча фаоллиги ортади. Кўп тадқиқотчилар фикрича $\text{Si} - \text{OH}$ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ таъсирлашади ва CSH (В) ҳосил қилади ва янги гуруҳлар ҳосил қилинади. $\text{Si} - \text{O} - \text{H}$, гидролизини $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ни сувда эриб концентрация кўпайиши ҳисобига тез ўтиб боради, шунча қўшимчани фаоллиги ошади. Кулларни фазовий таркиби ёнилғиларни ноорганик қисмини кимёвий ва минералогик таркибига куйдириш ҳароратига ва совутиш шартларига боғлиқ. Одатда кўлларда 60 – 80% ган кремнезём – алюминатли шиша думалоқ заррачаларидан, гил моддадан, бета кварцдан, муллитдан, куймаган ёнилғидан иборат.

Нордон куллар паст гидравлик фаоллига эгадир, фақат автоклав ишловида фаоллиги ошади ва гидрогранатлар ҳар хил таркибли кальций гидросиликатлар ҳосил қилади, куллар, шлаклар, куйган жинсларнинг таркибида $\text{SO}_3 < 2\%$ куймаган кўмирларнинг заррачалари $>5\%$ мавжуд бўлса, гидравлик фаоллиги камаяди.

Вулқон жинслардаги фаол глинозём $\text{Ca}(\text{OH})_2$ билан реакция киришиб кальций гидроалюминат, гелъенит ҳосил қилади. 300 – 400°C гача

қиздирилганда уларнинг гидравлик фаоллиги ошади. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ нинг концентрацияси суяқ фазада қанча паст бўлса, шунча қўшимча фаол бўлади.

Қўшимчани фаоллигини аниқлаш учун қоришма тайёрланади. Унинг таркиби 80% - қўшимча, 20% сўндирилган оҳак – 20% ва 3% икки молекула сувли гипс (3%-100%дан ортик). Нормал қуюқликдаги ҳамирдан 4х4х16 см ўлчамда намуна тайёрланади ва 6 соат давомида 80°C ҳароратда иссиқлик ишлови берилади. Сўнг намуналарни эгилишга ва сиқилишга бўлган мустаҳкамлиги аниқланади, бунда $R_{\text{орт}} \geq 1$ $R_{\text{сиқ}} \leq 8$ МПа дан кам бўлмаслиги керак.

9.2. Пуццолон цементлар

Пуццолон портландцементлар нормаланган таркибли клинкерни нордон фаол минерал қўшимча ва гипс билан биргаликда майдалаб туйиш йўли билан олинади. Улардаги C_3A миқдори 8% дан ортмаслиги лозим. Чўкинди жинслардан олинган фаол минерал қўшимчалар миқдори 20% дан кам вулқон жинсларидан олинганлари эса 30% дан ортик бўлмаслиги лозим.

Пуццолон портландцементга ортикча фаолли нордон минерал қўшимчалар кўлланиши тавсия этилади. Кам фаол қўшимчаларни ишлатилиши клинкер гидратланишида ажраб чиқадиغان $\text{Ca}(\text{OH})_2$ тўлиқ боғланишини заруриятини чақиришади.

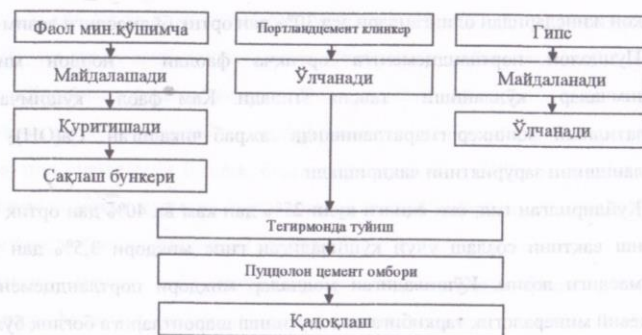
Куйдирилган гил, ёки ёқилғи қули 25% дан кам ва 40% дан ортик тутиб қолиш вақтини сошлаш учун қўшиладиغان гипс миқдори 3,5% дан ортик бўлмаслиги лозим. Қўшиладиغان моддалар миқдори портландцементнинг кимёвий минералогик таркибига ва совутилиш шароитларига боғлиқ бўлади.

Уларда C_2S C_2AS лар асосий бирикмаларининг миқдори бошқа моддаларниқидан кўпроқ бўлади.

Пуццолон цементнинг ишлаб чиқариладиган цехда алоҳида қўшимчаларни майдалаб ва қуритиш учун бўлим ажратилади. Майдаланган ва қуритилган қўшимчалар тегирмон олдидаги ўлчами бункерга келиб тушади, клинкер ва гипс билан биргаликда майдаланади. Қўшимчаларни

майдалаш учун болғали ўзини – ўзи тозалайдиган ва бир вақтда қуритадиган ва майдалайдиган қурилмалардан фойдаланадилар. Пуццолон цементни N008 элакдан 85% дан кам бўлмаган миқдори ўтгунча туюлади.

Пуццолон цементни тутиб қолиш ва қотишда клинкерни гидратланиш ва ҳосил бўлган гидро маҳсулотларни фаол минерал қўшимча билан реакцияга киришиш жараёнлари ўтади. Бошланғич даврда клинкер заррачаларини гидролизи ва гидратланиши ўтади. Натижада кальций гидросиликатлари, гидроалюминатлари, гидроферитлари ҳосил бўлади. Алит ва белитларни гидролизлари натижасида $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ажралади. Фаол пуццолон қўшимча гидролиз ва гидратланиш тезлигини оширади ва ундан ташқари $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ни эримайдиган бирикмага боғлайди, қотаётган цементдаги сувли эритмада унинг концентрациясини камайтиради ва клинкердаги кальций силикатларни гидролизини тезлаштиради.



7-чизма. Пуццолон портландцементни ишлаб чиқариш технологияси

Клинкернинг гидратланиш маҳсулотлари ва гидравлик қўшимчанинг фаол компонентлари орасидаги реакция – иккиламчи жараёндир. Бунда

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ қўшимчанинг фаол SiO_2 билан таъсирлашади ва $\text{CSH}(\text{B})$ турдаги гидросиликатлар ҳосил қилади. Пуццолон портландцементнинг қотишидаги маҳсулотларини якуний таркиби гидравлик қўшимчанинг турига таркибига пуццолон портландцемент миқдорига ва қотиш шароитига боғлиқ.

Хоссалари ва хусусиятлари

Одатда зичлиги $2,7 - 2,9 \text{ г/см}^3$ оралиғида тебраниб туради ва гидравлик қўшимча миқдори кўпайган сари, у камайтирилади. Ҳажмий оғирлиги сочилувчан ҳолатда $800 - 1000 \text{ кг/м}^3$, зичланган ҳолатда $1200 - 1500 \text{ кг/м}^3$ ва қўшимчалар турига боғлиқ, масалан, диатомит, трепелли цемент кам ҳажмий оғирликка эгадир.

Сувга талабчанлиги портландцементга нисбатан баланд, айниқса, чўкинди кўринишидаги қўшимчаларга эга бўлса.

Бу шу билан тушунтирилади: бу жинсларни заррачаларини сатҳи юзаси жуда ривожланган, шунинг учун уни ҳўлланишига кўп миқдорда сув ҳажми керак бўлади ва бу пуццолон портландцементни камчилиги ҳисобланади. Аммо пуццолон портландцементли қоришма ва бетонлар аралаштирганда, ташиганда, жойлаштирганда камроқ қатламланади ва тутиб қолишда кам чўқади.

Ҳажм ўзгаришининг текислиги.

Пуццолон портландцементлар ҳажмида бир текисда ўзгаради, чунки қотиш жараёнида фаол қўшимча эркин CaO гидросиликатларга боғлайди.

Тишлаб қолиш муддати. Тишлашиш бошланиши 45 минут олдин эмас, охири эса 10 соатдан кам эмас. Ҳажмий ўзгаришларга кам учрайди, чунки фаол қўшимчалар эркин ҳаракатдаги CaO ларни гидросиликатларга боғлайди. Мустаҳкамлиги бўйича 300 ва 400 маркаларга бўлинади. Фаоллиги узоқ вақт давомида сақланганда пасаяди, чунки клинкер заррачалари намлик таъсирида сув билан бирикади.

Пуццолон цементлар 10 – 12°C атрофида тутиб қолиш ва қотиш жараёнлари секинлашади, -5°C да эса умуман тўхтайдди. Юқори ҳароратда улар тез тутиб қолади ва қотади, шунинг учун уларни 85 - 95°C да буг остида иссиқлик ишлови бериш мақсадга мувофиқдир.

Бу цементларни сувга чидамлиги кўрсаткичи портландцементга нисбатан баланд, чунки цемент тошидаги гель ҳолатдаги маҳсулотлар ва гидравлик қўшимча $\text{Ca}(\text{OH})_2$ нинг сувли эритмасида шишади. Пуццолон портландцемент юмшоқ сульфат сувлар таъсирига барқарор, нордон, углекислотали сувларда эса чидамсиз, чунки эркин органик ва минерал кислоталар нафақат $\text{Ca}(\text{OH})_2$ билан таъсирлашади, балки кальций гидросиликат, гидроалюминатлар билан кам реакция киришиб, цементтошини тузилишини бузади.

Совуққа чидамлилиги бўйича маркаси 25 – 50 циклга тенг.

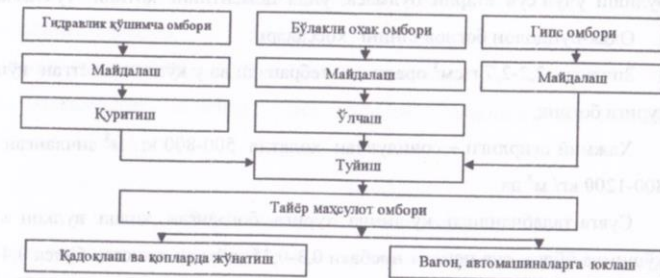
Пуццолон портландцемент паст намли, қуруқ иқлимда, навбатма-навбат намланиш ва қуриш, эриш ва музлаш шароитларида ва муҳитларида ишлатилиши ман этилади.

Чўкиш ва шишиш: бу цементлар юқори чўкиш ва шишиш деформациялари (шаклсизланиш) билан характерланади, чунки қотишда унинг таркибида ҳосил бўлган янги маҳсулотлар гель ҳолатида бўлади. Ҳавода қотишда капилляр боғланган сув буғланади ва гелисимон массасининг интенсив чўкиши бошланади ва ички кучланишлар ривожланади. Аксинча сувда қотганда ҳажми сувни адсорбцияланиши ва каллоид маҳсулотларни шишиши ҳисобига кўпаяди. Шунинг учун пуццолон портландцементда тайёрланган бетонлар олдин нам шароитда ўлчаб турилиши керак.

9.3. Оҳак-пуццолон боғловчи

Оҳак – пуццолон боғловчи моддани сўндирилган ҳаволи ёки гидравлик оҳакни ва вулқон ёки чўккан жинсли қуритилган нордон фаол қўшимчани

биргаликда туйиб олинади, фаол $\text{CaO}+\text{MgO}$ га ҳисобланганда боғловчида оҳакнинг миқдори масса бўйича 10-30% бўлиши керак. Гипс тоши 5% кам эмас, ҳар хил қўшимчалар миқдори 5% гача, портландцемент 25% гача қўшиш мумкин, фаол – минерал қўшимчалар паст сувга талабчан бўлишлари керак. Оҳак – пуццолон боғловчи моддани ишлаб чиқариш технологияси қуйидаги чизмада берилган.



8-чизма. Оҳак-пуццолон боғловчи технологияси

Гидравлик қўшимчалар, оҳак, гипс валикли, болғали майдалагичда майдаланади, қуритиш шарли ёки қуритиш барабанларида туйиш билан биргаликда ўтказилади ва № 008 элакда қолдиғи 10% қолгунча майдаланади. Оҳак-пуццолон боғловчини тутиб қолиши ва қотиши $\text{Ca}(\text{OH})_2$ нинг қўшимчадаги фаол SiO_2 билан таъсирлашувига ва C-S-H (1), C-S-H (n) типдаги гидросиликатлар ҳосил бўлишига асосланган. Уларнинг кимёвий таркиби, боғловчининг таркибига, қотиш давомига, атроф-муҳит ҳароратига боғлиқ.

Оҳак-пуццолон боғловчини оддий ҳароратда (оҳак миқдори кам бўлганда) қотишида $(0,8-1,5)\text{CaO}$, $\text{SiO}_2 - 2,5 \text{H}_2\text{O}$ таркибли гидросиликатлар ҳосил бўлади. Оҳак миқдори кўп бўлганда ва иссиқлик ишловида $(1,5-2)\text{CaO}$, $\text{SiO}_2 - (1-2,5) \text{H}_2\text{O}$ таркибли гидросиликатлар ҳосил бўлиши мумкин. Ҳамма цемент янги гидромаҳсулотлари аввал субмикроскопик коллоид

ҳолатида пайдо бўлишида, сувни кўп миқдорини адсорбциялайди. Гидросиликатлар, гидроалюминатлар ва бошқа кальций гидрат бирикмалар ҳосил бўлган сари сув кимёвий адсорбцион боғланади, цемент тоши зичланади, тўлдиргичларни майда ва йирик заррачалари умумий монолитга айланади. Қўшимчани актив моддаси СаО билан қоришмани фақат баланд намлигида тайёрланади. Агар гидрат маҳсулотларни ҳосил бўлиши учун сув етарли бўлмаса, унда цементнинг қотиши тўхтамайди.

Оҳак-пуццолон боғловчининг хоссалари:

Зичлиги- 2,2-2,7 г/см³ оралиқда тебранади ва у қўлланилаётган қўшимча турига боғлиқ.

Хажмий оғирлиги – сочилувчан ҳолатда 500-800 кг/м³ зичланган ҳолда 800-1200 кг/м³ да.

Сувга талабчанлиги қўшимча турига боғланган ҳолда: вулқон жинсли қўшимча бўлса сув цемент нисбати 0,3-0,35, чўккан жинсли бўлса 0,4-0,5 га тенг. Тутиб қолиш муддатлари – бошланиши 25 мин. олдин эмас, охири 24 соатдан кеч эмас. Бу хосса оҳакли қўшимчани, муҳитнинг ҳароратига ва намлигига боғлиқ.

Чўкиш ва шишиш - кўрсаткичлари оддий портландцементга нисбатан пастроқ ва 3-4 мм/м тенг ва бу боғловчининг камчилиги деб ҳисобланади.

Мустаҳкамлиги бўйича 50,100,200 меркаларга бўлинади. Паст ижобий ҳароратларда бу боғловчи асосидаги бетонлар мустаҳкамлиги кескин камаяди ва аксинча 80-100°C да юқори намликда мустаҳкамлик интенсив ўсади. Фақат намлик 50-60% дан ошмаслиги керак.

Ҳаво барқарорлиги – бу цементларнинг ҳаво барқарорлиги паст, чунки гель кўринишдаги цемент янги маҳсулотлар, кўринишида чўқади ва микродарзликлар пайдо бўлади, натижада цемент тоши ва тўлдиргичлар орасида жипслашиш бузилади. Кальций гидросиликатини коллоидлари ҳаводаги углекислота таъсир этади, у цемент тошига дарзликлар орасидан ўтиб, кальций карбонат ва кремнеземни қуқун ҳолатда ҳосил қилади.

Боғловчини бу хоссасини яхшилаш учун 15-25% портландцемент кўмиши тавсия этилади. Портландцемент киритилганда ундаги Са(ОН)₂ биринчи навбатда ҳаводаги СО₂ билан реакцияга киришади ва СаСО₃ ҳосил қилади, ва тузумни зичланишига ва мустаҳкамлигига ёрдам беради. Гипс ва ангидратни (5% гача) СаСе₂ ни киритишнинг ҳавога барқарорлигини оширади.

Сувга чидамлилиги – боғловчини бу хоссаси баланд, сульфат емирилишига барқарор.

Совуққа чидамлилиги – бўйича 10-20 циклга тенг.

Бу боғловчилар асосида паст маркали қоришма ва бетонлар тайёрлашда қўлланилади.

9.4. Оҳак-кулли боғловчилар

Ушбу боғловчига – гидравлик моддалар киради. Уни куруқ кулли ҳаволи ёки гидравлик оҳакни биргаликда майдалаб олинади. Оҳак миқдори 50 %, гипстоши 5% гача аралаштириб олинади. Оҳак-кулли боғловчининг таркиби ёнилғи қаттиқ турининг минерал қисмини таркибига боғлиқ.

Масалан: қора ва тош кўмирни кули 60-80% бўлса, оҳак 20-40% олинади. Ишлаб-чиқариш технологияси кул, оҳак гипсни биргаликда майдалаб туйиб олишдан иборат. Тутиб қолиши ва қотиши фаол метакаолинитни оҳак билан таъсирлашувига асосланган. Бунда кальций гидросиликат, гидроалюмино-силикатлар ҳосил бўладилар. Бу боғловчи жуда секин қотади, мустаҳкамлиги биринчи уч ойда паст. Боғловчини хажмий оғирлиги сочилувчан ҳолатда 700-800, зичлантирилган ҳолатда 900-1200 кг/м³, сувга талабчанлиги 0,25-0,30, сув ушлаб туриш қобиляти паст. Мустаҳкамлиги бўйича 50,100,150,200 маркаларга бўлинади. Оҳак – кулли боғловчиларнинг қотиши иссиқлик ишловида тезлашади, автоклав ишловида мустаҳкамлиги 15-25 Мпа га тенг майда донадор бетонлар олиш мумкин. Паст ҳароратда (-10°C паст) оҳак-кулли боғловчиларнинг қотиши кескин секинлашади.

Барқарорлигини ошириш учун 20-25% портландцемент қўшиш тавсия этилади. Оҳақ-кулли, боғловчилар сувоқ ва гишт териш ишларида қўлланилади.

10-БОБ. ШЛАК ВА ШЛАКЛИ ЦЕМЕНТЛАР

10.1. Шлаклар ва уларнинг турлари

Шлаклар бу иккиламчи маҳсулотлар ва улар қора рангли металлларни ёки қаттиқ ёқилғи қутирилганда ҳосил бўлади. Кимёвий, минералогик таркиби катта чегарада ўзгаради ва жинслар таркибига, ёқилғи, металл турига боғлиқ. Кўп металлургия шлаки кимёвий таркиби бўйича портландцемент ва глинозём таркибига яқинлашади. Охириги вақтгача боғловчи моддалар ишлаб чиқариши учун фақат думалоқ шаклдаги домна шлаклари ишлатилган. Ҳозирги даврда олимлар томонидан электротермофосфор шлаклар ва х.к. ишлатилиши мумкинлиги исбот қилинган.

Домна шлаклар

Темир хом ашё куйдираётган вақтида карбонатлар ёқилғини минерал қисми ва компонентлари билан реакцияга киришади ва осон эрийдиган кальций Mg силикатлари ва алюмосиликатларини ҳосил қилади. Бу бирикмалар 1400 — 1500С эрийдилар ва шлакли эритма ҳолда печь дан чиқадилар 1 тонна чўяндан ўртача ҳисобда 0,5 — 0,7 кг. тошқол ҳосил бўлади. **Кимёвий таркиби:** - домна шлаклари кимёвий таркиби жинсларнинг таркибига боғлиқ ва одатда: CaO, SiO₂, Al₂O₃, MgO, FeO олтингутурт бирикмалар CaS, MnS ташкил этади CaO, SiO₂, Al₂O₃, MgO миқдори 90 — 95% ташкил этади.

Кимёвий таркиби бўйича домна шлаклари портланд цемент клинкеридан фақат бир хил компонентларни нисбати билан ажралиб туради. Шлаклар гидравлик активлик даражаси иккита модуль билан ифодаланади: асосли модуль

$$Ac = \frac{CaO + MgO}{SiO_2 + Al_2O_3}$$

Бу модулни сонли қиймати бўйича шлаклар куйидагилар билан фарқ қилади; асосли, унинг модули ≥ 1 дан кўп ёки тенг, нордон $Ac < 1$ бирдан кам. Активлик модули куйидаги формула орқали аниқланади

$$АкМ = \frac{Al_2O_3}{SiO_2}$$

Домна шлакларнинг гидравлик активлиги. Асосий ва айниқса активлик модули ошган сари ошади.

Гранулланган шлакларни гидравлик активлик сифат коэффиценти билан баҳоланиши керак ва у тошқолдаги CaO, Al₂O₃, MgO, SiO₂, TiO₂ фоиз миқдорига боғлиқ ва куйидаги формула орқали аниқланади:

$$CK = \frac{CaO + Al_2O_3 + MgO}{SiO_2 + TiO_2}$$

Бу формулага, агар MgO миқдори шлакда 10% гача бўлса ишлатилади. Кўп бўлган ҳолда куйидаги формуладан фойдаланилади:

$$CK = \frac{CaO + Al_2O_3 + 10}{SiO_2 + TiO_2 + (MgO - 10)}$$

Сифат коэффиценти қанча баланд бўлса, домна тошқолнинг гидравлик активлиги шунча баланд бўлади.

Домна шлакларнинг кимёвий таркиби

Секин совутилган шлакларда CaO, - SiO₂, Al₂O₃ билан тўлиқ боғланган бўлиб, - 2 CaO, SiO₂, ранкинит 3 CaO, 2 SiO₂, мелилит - 2 CaO, Al₂O₃, SiO₂, окерманит 2 CaO, MgO₂, SiO₂ каби бирикмалар ҳосил қилади. Агар CaO > 44 — 46% ошса, унда шлакларнинг заррачалари ўз — ўзидан кукун ҳолатга ўтади.

Шлаклар MgO , унинг гидравлик активлиги яхши таъсир кўрсатади, аммо миқдори – 15 – 20% дан ошмаслиги керак.

Шлакдаги Al_2O_3 активлигини оширадиган бирикмалар ҳосил қиладилар. Кремний оксиди SiO_2 шлакдаги миқдори портландцементга нисбатан кўпроқ, улар совутилганда кристаллланмайди ва шиша кўринишида қотиб қолади.

Fe_2O_3 – шлакда кам бўлади ва гидравлик хоссасига таъсир кўрсатмайди. MnO нинг миқдори 2 – 4%дан ошиши мумкин эмас, чунки у шлакни (фаоллигини) пасайтиради.

Домна шлакларнинг минералогик таркиби ва тузилиши

Шлакларнинг тузилиши ва фазовий таркиби уларни кимёвий таркибига, совутиш шароитига боғлиқ. Аста-секин совутишда асосий шлаклар тўлиқ кристалланиши ўлчанадди. Улар оз қолган шишасимон модда миқдори билан цементланган кристалл кўринишидаги ҳар хил бирикмалардан иборат конгломератни ифода этадилар.

Тез совутишда асосий шлаклар эритмаси тўлиқ кристаллланмайди ва аралаш тузилишига эга бўлади. Таркибида 6-8% MgO 15-20% Al_2O_3 бўлган шлакларда энг муҳим фазалар бу мелитит ларнит анортит, мервенит. Асосли шлакларда асосий бирикмалар бу ($2 CaO$, SiO_2 , $2 CaO$, Al_2O_3 , SiO_2 ва бошқалар), нордонларда ($2 CaO$, SiO_2) анортит ва х.к.

Домна шлакларни гидравлик хусусиятлари

Оддий шароитларда сув билан бирикишида деярли домна шлаклари фаоллигини кўрсатмайдилар ва қотмайдилар. Аммо тадқиқотлар шунни кўрсатадики, шлаклардаги кристалл ёки шишасимон фазаларидаги моддаларга механик, кимёвий ва иссиқлик омилларни таъсир эттирилса, улар сув билан таъсирлашади ва гидравлик қотишга қобилияти ошади. Натижада янги, сувда эриймадиган моддалар ҳосил қилинади. Хусусан, геленит -

$2CaO$, Al_2O_3 , SiO_2 – оддий ҳароратдаинерт бўлиб, $Ca(OH)_2$ таъсирида сув билан оддий шароитларда қотувчи маҳсулотлар ҳосил қилади.

Окорманит - $2 CaO$, MgO , $2 SiO_2$ оддий шароитда ва нейтрал муҳитда гидратацияга қодир эмас, аммо $Ca(OH)_2$ таъсирида у $C - S - H(II)$ ҳосил қилиб гидратланади.

Портландцемент клинкерини минерали $\beta-2CaO \cdot SiO_2$ оддий ҳароратда секин гидратланади ва $C-S-H(1)$, $C-S-H(2)$ кўринишида янги маҳсулотлар ҳосил қилади. $2CaO \cdot SiO_2$ оддий шароитларда жуда секин гидратланади янги маҳсулотлар ҳосил қилади.

Ҳарорат $140-150^\circ C$ гача кўтарилганда уни гидратланиш жараёни тезлашади ва $C_2SH(A)$, $CSH(B)$ кальций гидросиликатлар юзага келади. Гидравлик фаоллигини кўтариши учун қотиш жараёнини активизаторларини қўйиш тавсия этилади.

Одатда ишқорий активизаторлар сифатида оҳак ва портландцемент қўлланади, улар сув билан таъсирлашувида $Ca(OH)_2$ ажратади.

Сульфат активизаторлар сифатида – гипс ёки ангидрид қўлланади.

Асосий домна шлаклари 44 – 48% CaO , 35 – 38% SiO_2 5 – 10% Al_2O_3 лардан иборат. Булар 5 – 10% оҳак ёки портландцемент таъсирида ишқорли активлашишга дуч келадилар ва паст асосли гидросиликатлар ҳосил қилишга олиб келади. Ҳар хил таркибли шлакли шишаларни гидравлик активлиги иссиқлик и

шловида кескин ошади.

Грануланган электротермофосфор шлаклари

Бу турдаги шлаклар фосфатли минерал хом ашёлар – фосфоритлар ва апатитларни – оддий фосфор ажратиб олиш учун уларга электротермик ишлов беришда ҳосил бўладиган қўшимча маҳсулотлардир. 1т фосфордан – 10 – 12т шлаклар ҳосил бўлади ва улар қуйидагилардан иборат $CaO - MgO$

йиғиндиси 80 – 85%. Электротермофосфор шлакларшлакопортландцемент ишлаб чиқаришда ишлатилади. Бу шлакларда куйидагилар бўлиши керак:

SiO_2 – 38% дан кам эмас

$\text{CaO} + \text{MgO}$ – 43% дан кам эмас

P_2O_5 – 2,5% дан кўи эмас

Гранулланган ёнилғи шлаклари

Улар кукунсимон тошкўмирни 1500 – 1700С да ёқишда ҳосил бўлади. Уларнинг минералли қисмини ўтхонадан эриган шлак кўринишида чиқариб олинади ва сувда гранулланади. Улар асосан шаффоф кислотали ферроалюмосиликат шишадан иборат бўлади. Таркибида 85 – 92% гача SiO_2 , Al_2O_3 , F_2O мавжуд.

Булар бир хил кимёвий ва фазовий таркибга эгадир. Ёнилғи гранулланган шлаклардан тайёрланган боғловчилар автоклавада қотишда гидрогранат, мураккаб таркибли бирикмалар ҳосил қилиб қотади.

Кенг тарқалган 3-5% CaO таркибли ёнилғи шлаклар билан бир қаторда таркибида 30-35% CaO - гранулланган тошқоллар ҳам учрайди. Бу тошқоллар боғловчи моддалар тайёрлашида бебаҳо хом - ашё ҳисобланади. Кам CaO ли ёнилғи гранулланган шлаклар ўзича қотиш қобилиятига эга эмас, аммо оҳак ва гипс ёки портландцемент қоришмасига (80 – 200° С ҳароратда) сувли иссиқлик билан ишлов берилса фаоллиги ошади.

Таркибида CaO 25 – 35% бўлган ёнилғи шлакларга озгина оҳак ва гипс қўшилса ўзгача қотиш қобилиятига эга. Ёнилғи гранулланган шлакли боғловчиларни автоклавларда қотишда гидрогранат кўринишида цементловчи моддалар, секин кристаллланувчи мураккаб таркибли комплекс бирикмалар ҳосил бўлади.

Қора металлургия саноатини шлаклар ва металлург шлаклар мартен печь ларида чўяндан, пўлатдан олинганда ва вагранка печь ларда чўяни эритганда ҳосил бўлади. Мартен печьларида асосий оксидлар ва вагранка

печьларида чўяни эритганда ҳосил бўлади. Мартен печьларда асосий оксидларни йиғиндиси кислотали оксидлар йиғиндисидан юқори ва кўп миқдорда FeO , MnO , MgO лари мавжуд. Асосий мартен шлакларда металл қўшимчалари ҳар доим мавжуд.

Бу шлаклар грануллабмайди, улар аста-секин совутилади, юқори асосли бўлгани учун улар тўлиқ кристаллланади ва таркибида умуман шиша бўлмайди. Боғловчи моддалар ишлаб чиқариш учун CaO , SiO_2 ли юқори таркибли ферроуран ва феррованадий эриганда ҳосил бўлган шлаклар катта қизиқишга эгадир. Бу шлакларда, одатда, кўп миқдорда кальций ортосиликат бўлгани учун, улар совутилганда CeS ни ҳосил қилиб шлакни унга сочади.

Металлург шлакларнинг ҳаммаси, $\beta\text{-2CaO}$ SiO_2CaO Al_2O_3 дан ташқари, оддий ҳароратда сув билан таъсирлашмайди. Аммо автоклавларда иссиқлик ишлови таъсирида гидратланади ва қотади. Қотиши автоклав шаронтида $\beta\text{-CaS}$, C_2S ларни гидратланиб C_2SH (А), ҳамда CaO Al_2O_3 , CaO Fe_2O_3 ларни 3 $\text{CaO}(\text{Al}_2\text{O}_3\text{Fe}_2\text{O}_3) \times \text{SiO}_2 \times (6-2x) \text{H}_2\text{O}$ ҳосил қилинишига асосланган. Автоклав шаронтида CaO ёки гипс киритилмайди, чунки булар шлакларни гидравлик хусусиятини ёмонлаштиради, чунки юқори, асосан кальций гидросиликатлар ҳосил бўлади ва $\beta\text{-2CaO}$ SiO_2 гидратланишини секинлаштиради.

Агар автоклав қотишида шлак таркибига оҳакдан, гипсдан, майдаланган кварц кумидан иборат қўшимча киритилса, кўп миқдорда янги цемент гидромаҳсулотлари юзага келади ва юқори мустаҳкамликни таъминлайди.

Домна шлакларни грануллаш (фаоллигини ошириш)

Боғловчи моддаларни тайёрлаш учун мўлжалланган домна шлаклар гранулланади, яъни ҳаво, буг ёки сув билан тез совутилади, 19 аср ўрталарида очилган шлак эритмаларни сув билан кескин совутилиш усули шлакни фақат сочулувчан масса кўринишида олиш технологиясидан

фойдаланилган. 1862 йилда Ланген шуни аниқладикки майда тўйилган кўринишда сув ёрдамида грануланган шлак гидравлик қотиш қобилиятига эга экан. Кейинги йилларда гидравлик фаол грануланган шишасимон ҳолатдаги тошқолларни буғ, ҳаво ёки иккисини аралаштириб таъсир этилиши аниқланди. Замонавий тадқиқотларнинг кўрсатишига, шлакларнинг фаоллиги шлакларни эритмасини грануллаш вақтидаги ҳароратига боғлиқ.

Эритманинг ҳарорати ($1380 - 1429^{\circ}\text{C}$) бўлса, грануляция жараёни натижасида гидравлик фаоллиги паст шлаклар ҳосил бўлади, $1420^{\circ}\text{C} - 1480^{\circ}\text{C}$ да фаоллиги максимумга эришади. 1600°C дан ошганда, шишасимон шлаклар ҳосил бўлади, аммо гидравлик фаоллиги пасаяди. Эритмани грануллашдаги оптимал ҳарорати унинг таркибига ва грануллаш усулига боғлиқ.

Боғловчи моддалар учун мўлжалланган шлаклар кескин сув, буғ, ҳаво билан совутилса, уларнинг фаоллиги ошади.

Замонавий металлургия заводларида грануллашнинг иккита усули қўлланади – ҳўл ва куруқ. Ҳўл усулида қайноқ суяқ шлаклар сувли бассейнга қўйилади. Бассейнлар домна печь ларнинг ёнида жойлашган бўлиб, уларнинг сизими $450 - 800\text{ м}^3$ ва тўрт бурчакли бетонни резервуар кўринишида бўлади, ҳўл грануллашда 1т шлакни совутишга $2 - 2,5\text{ м}^3$ сув сарфланади. Аммо бу усулнинг камчиликлари бор: олинган шлаклар юқори намликка эга бўладилар – $20 - 30\%$, куруқ усулда грануллаш барабанли, сув билан зарб берувчи асбобларда ўтказилади. Грануланган шлаклар шлак ишқорли, шлакопортландцемент, оҳак-шлак, шлакли боғловчи моддалар ишлаб чиқаришда қўлланади.

10.2. Шлакопортландцемент

Бу портландцемент клинкерни домна ёки электротермофосфорли шлак ва икки сувли гипс билан биргаликда туйиб олинадиган гидравлик боғловчи моддадир. Шлакопортландцементга шлак масса бўйича 21% дан кам ва 60% дан кўп бўлмаган миқдорда солинади. Гипсни боғловчи моддаларнинг тутиб қолишини тезлаштириш учун киритилади. Унинг нархи портландцемент нархидан $15 - 20\%$ арзон бўлади.

Клинкер олишда шлаклардан гилли компонент сифатида фойдаланиш мақсадга мувофиқдир. Бундай клинкер тайёрлашда шлак аввал $600 - 700^{\circ}\text{C}$ дан ортиқ бўлмаган ҳароратда қуритилади, $1 - 2\%$ намлик қолгунча, қолган ишлаб чиқариш жараёнида эса портландцемент заводларида қўлланиладиган жараёнлар каби кечади. Қуритилган шлак, портландцемент клинкери ва гипс ўлчаб шарли, трубади тегирмонларда туюлади.

Туйишини енгиллаштириш учун 1% гача сифатига таъсир этмайдиган махсус қўшимчалар қўшиш тавсия этилади. Тез қотувчи шлакопортландцементнинг сатҳи юзаси $4000 - 5000\text{ см}^3/\text{г}$ бўлганича туюлади. Шлакопортландцементнинг фаоллигини ошириш учун цементда шлакни улушини камайтириш ва майдалик даражасини ошириш керак. Оддий шлакопортландцемент асосий грануланган шлаклар миқдори $50 - 60\%$ нордон қўшимчалар $30 - 40\%$ бўлиши керак. Айни вақтларда шлакни $8 - 10\%$ миқдорини нордон кремнийни қўшимча билан (трепел, опока ва х.к.) алмаштириш мумкин. Шлакопортландцементнинг қотиш жараёнида иккита компонент иштирок этади – клинкер ва грануланган домна ёки электрофосфор шлаки.

Сув билан таъсирлашувида, биринчи навбатда, клинкер заррачалари реакция киришади. Оддий ҳароратда C_3S ва C_2S ни клинкерда гидратланиши олдин $(1,7-2,0) \text{ CaO}$, SiO_2 $(2 - 4) \text{ H}_2\text{O} - \text{C}_2\text{SH}_2$ таркибли толасимон кальций гидросиликатларни ҳосил бўлишига олиб келади. Кейинги муддатларда эритмада СаОни концентрацияси шлак компоненти ютилиши ҳисобига

камаяди ва $(0,8-1,5) \text{ CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot 2,5 \text{ H}_2\text{O}$ таркибли асосли гидросиликатлар ҳосил қилади. C_3S ва C_2S гидратланиши билан параллел $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ҳам ажралади. Бир вақтда гипс алюминат кальций билан реакцияга киришади ва $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot (30-32) \text{ H}_2\text{O}$ ҳосил қилади, реакция давом этганда CSH (II) C_2AH_8 ларни ҳосил қилади.

Домна шлакларни ишқорий ва сульфат фаоллаштирувчилар таъсирида гидролиз ва гидратация реакцияларига киришган сари ва $\text{Ca}(\text{OH})_2$ билан таъсирлашувида янги маҳсулотларнинг таркиби ўзгаради. Шундай қилиб, шлакопортландцементда юқори дисперс гелисимон ҳолатда ҳосил бўлувчи паст асосли кальций гидросиликатлар устунлик қилади. Бу эса уни техник хоссаларида (қотган тошни уни намлаш ва қуришдаги юқори чўкиш деформацияси) акс этади.

Шу билан биргаликда, глиноземли паст асосли гидроалюминатга ёки гидрогранатга ўтиши шлакопортландцементни оддий портландцементга нисбатан сульфатга бардошлилигини ошишига ёрдам беради.

Шлакопортландцементнинг $(80-100^\circ\text{C})$ қотишида янги ҳосил бўлган маҳсулотларнинг таркиби оддий ҳароратда ҳосил бўлган маҳсулотларникидан фарқи йўқ. Фақат автоклавларда $(174,5-200^\circ\text{C})$, тўйинган буг босими остида $(0,8 - 1,5 \text{ МПа})$ гидросиликат, гидрогранатлар ҳосил бўлади.

Шлакопортландцементнинг хоссалари

Зичлиги $2,8-3\text{г/см}^3$ оралиқда тебранади. Сочилувчан (кукун) кўринишидаги хажмий массаси: $900-1200 \text{ кг/м}^3$ зичлашганда эса $1400-1700 \text{ кг/м}^3$ мустаҳкамлиги бўйича 300, 400, 500 маркалари мавжуд. Сувга талабчанлиги 27-30% тенг ва шлакни кимёвий таркибига шлакопортландцементдагишлакни ва клинкерни нисбатига, гипс миқдорига боғлиқ.

Шлакни 30-50% киритилиши нормал ва секин тутиб қолувчи маҳсулот олишига олиб келади, гипс эса портландцементни тутиб қолишини секинлаштиради, шлакни гидравлик фаоллигини кўзғотади ва шлакопортландцементни тутиб қолишини тезлаштиради.

Тутиб қолиши 45 мин. олдин эмас, охири — 10 соатдан кеч эмас. Фаоллиги (активлиги) оддий шлакопортландцементларни узоқ вақт сақланганда ўзгаради ва клинкерни кимёвий ва минералогик, уни шлак нисбати билан аниқланади. Шлакопортландцемент ишлаб чиқариш учун фаоллиги 40-50МПа ли клинкер ишлатиши тавсия этилади. Узоқ вақт қотиш муддатларида мустаҳкамлиги ошиб боради, 2-3 ойдан сўнг ўша маркали портландцементдан мустаҳкамлиги ошади.

Хажми ўзгариши текислиги. Шлакопортландцементдаги эркин CaO шлак билан боғланади ва шу сабабдан хажм нотекислигига олиб келади.

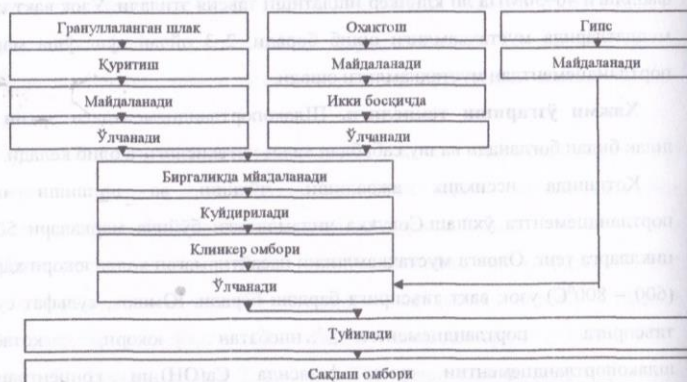
Қотишида иссиқлик ажралиши, чўкиши ва шишиши оддий портландцементга ўхшаш. Совуққа чидамлилиги бўйича маркалари 50-100 цикллarga тенг. Оловга мустаҳкамликни пасайтирмаган ҳолда юқори ҳарорат $(600 - 800^\circ\text{C})$ узоқ вақт таъсирига бардош беради. Юмшоқ, сульфат сувлар таъсирига портландцементга нисбатан юқори, қотаётган шлакопортландцементни суяқ фазасида $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ни концентрацияси салмоқли камайиши эттрингит тузининг ҳосил бўлиши имконини олдини олади.

Шунинг учун қотган цемент тошида унинг тузилишини бузадиган хажмий деформациялар юзага келмайди. Шу муносабат билан бу цементларни минерал, сульфат сувларга чидамлилиги тушунтирилади.

Қўлланиши: асосан улкан иншоотлар учун, шунингдек иссиқ цехлар, гидротехник қурилишлар учун бетон тайёрлашда қўлланилади. Ишлаб чиқариш технологияси шлакопортландцементни ишлаб чиқаришда гранулаланган домна шлакни олдиндан кристалланишини олдини олувчи ҳароратда қурилади, клинкердаги гил компонентини ўрнига гранулаланган

шлак ишлатилиши сифатли хомашёвий аралашма олиш имконини беради, чунки домна шлак ва портландцементни кимёвий таркиби бир-бирига яқин бўлгани учун.

Бу цементни куйдириш учун ёнилғи сарфи камайтирилади. Шлакни қуритиш учун қуритиш барабанлари ҳарорати $600-700^{\circ}\text{C}$ қўлланади, ишлаб чиқаришни иккита схема бўйича олиб бориш мумкин. Биринчи схема бўйича клинкер таркиби 30–40 % грануланган шлакдан ва 70–65% оҳактошдан иборат.



8-чизма. Шлакопортландцементни технологик ишлаб чиқариш



9-чизма. Шлакопортландцементни технологик ишлаб чиқариш

9-чизма бўйича грануланган шлак, портландцемент клинкери, гипс ўлчанади ва шарли тегирмонларда туйилади. Гипс шлакопортландцементни тутиб қолишини тезлаштиради.

Тез қотувчи шлакопортландцемент ишлаб чиқаришда олдин портландцемент клинкери майдаланади, кейин кукун шлак билан туюлади. Бу схема бўйича шлакопортландцемент ингичка фракциялари клинкер заррачаларидан иборат. Улар эса боғловчини тез қотишини таъминлайди. Асосий грануланган шлаклар оддий шлакопортландцементда 50–60% ни нордон 30–40% ни ташкил этади. Шлакопортландцементнинг сатҳи юзаси $2500-3000 \text{ см}^2/\text{г}$, тез қотувчининг эса $4000-5000 \text{ см}^2/\text{г}$ бўлгунча туюлади.

10.3. Сульфат шлакли цементлар

Шлаклар асосида сульфат – шлакли, оҳак-шлаки, тез қотувчи, шлак магнезиал, шлак-ишқорли, оҳак – белитли боғловчи моддалар ишлаб чиқарилди.

Сульфат – шлакли цемент – гидравлик боғловчи модда ва уни грануланган домна шлакини, гипс ёки ишқорий кузғатувчи ангидрид билан биргаликда туйиш йўли билан тайёрланади. Таркибида 80–85% шлак, 10–15% ангидрит ёки икки сувли гипс, 5% гача портландцемент клинкер ва 2% гача оҳак бўлади. Бундай цементни тайёрлашда таркибида оширилган микдорда 10–20% атрофида глинозём ва пасайтирилган микдорда 3% гача марганец оксиди бўлган асосий домна шлаклардан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир.

Асосий домна цлаклардан фойдаланганда таркиби 90% шлакдан, 5% ангидритдан ва 5% доломитдан ($800-900^{\circ}\text{C}$ куйдирилган) иборат цементлар учун фаоллик тааллуқли. Нордон домна цлаклардан фойдаланганда цементни оптимал таркиби куйидагига : 85% -тошқол, 5 – 8% ангидрат, 7 – 8% доломит $1000 - 1100^{\circ}\text{C}$ куйдирилган. Нордон шлаклар ишлатилганда

асосий модуль 0,8 дан кам эмас, фаоллик модули 0,45 дан паст эмас, марганец оксиди 3,5%, глинозем 20% кўп бўлмаслиги керак.

Сульфатли – тошқолли цемент олиш технологияси қуйидагича: хом – ашёвий моддаларни омборларга жойлаш, тайёрлаш, дозалаш ва барча компонентларни биргаликда туйиш, тайёр цементни омборга жойлаш.

Гипс ангидрит, клинкер ёки оҳакни жағли ёки болғалик майдалагичларда майдаланади, шлак 600–700°C да қуритиши барабанларда қуритилади. Сульфат тошқолли цементи тегирмонларда №008 элакда қолдиғи 1–3% қолгунча майдаланади. Бу цементнинг қотиш жараёни бевосита глиноземни CaSO_4 билан таъсирлашув реакцияси билан боғлиқ. Цемент сув билан аралашганда гидросульфалюминат кальций ҳосил бўлади. Кейинчалик $\text{Ca}(\text{OH})_2$ нинг эритмада концентрацияси камайган сари (1 – 3%) $\text{CaOSiO}_2 \cdot 2,5\text{H}_2\text{O}$ таркибли гидросиликат кальцийлар юзага келади.

Бошланғич даврларда ҳосил бўлган эттрингит тузи кейинги муддатларда қисман бўлинади ва сульфат шлакли цементнинг мустаҳкамлигини ўсиши кальций гидросиликатларга ва гидроалюмосиликатлар ҳосил бўлиши ҳисобига содир бўлади.

Хоссалари: боғловчини зичлиги 2,9 – 3,1 г/см³ гача тебранади.

Хажмий массаси сочилувчан ҳолатда 200–1000, зичлантирганда 1500 – 1650 кг/м³ гача.

Сувга талабчанлиги боғловчини майдалик даражасига боғлиқ. Максимал мустаҳкамлиги сув цемент нисбати 0,5–0,6 га тенг бўлганда эришади. Бу цемент асосида сув цемент нисбати 0,5 дан кам бўлса, бетонлар тайёрлаш тавсия этилмайди.

Тутиб қолиш муддатлари бошланиши 30 мин олдин эмас, охири 10с. кеч эмас. Тутиб қолиш муддати уни майдалик даражаси ошган сари камаёди, масалан сатҳи юзаси 5000 см²/г бўлган цементни тутиб қолиш бошланиши – 30 мин, охири – 95 мин.

Мустаҳкамлиги: 28 сут. қотишидан сунг мустаҳкамлиги 30–40 МПага тенг. Бу цемент интенсив равишида 20–30°C ҳароратда қотади. Паст ҳароратларда (10°C паст) мустаҳкамлигини ўсиши секинлашади, айрим ҳолатларда тўхтайди. Буглатилганда сульфат шлакли цемент унча юқори бўлмаган мустаҳкамлика эга бўлади. Ер ости иншоотларини тайёрлашда бетонларни биринчи 2–3 ҳафта олдиндан қуришдан сақлаш керак, чунки уларнинг ёки юза қатлами нозик бўлиб қолади.

Чидамлилиги. Сульфат шлакли цемент юмшоқ ва сульфат сувлар таъсирига чидамли.

Қўлланиши: сув ва ер ости темир бетон иншоотларни тайёрлашда, айниқса агрессив муҳит таъсирига учровчи. Навбатма – навбат музлаш, эриши ёки намланиш ва қуриш шароитларида ишлатилиши ман этилади.

10.4. Оҳак – шлакли боғловчи

Бу гидравлик боғловчи сўндирилмаган оҳак ва гранулаланган домна ёки электротермфосфор шлак ва гипснн биргаликда туйиш билан олинади. Оҳак – миқдори шлакнинг сифатига қараб 10 – 30% ораликда ўрнатилади.

Сўндирилмаган оҳакнинг 80% миқдордан ортиқ қўшилса, унда тез тутиб қолиши ва қотишида хажмининг нотекис ўзгариши кузатилади. Бу ҳодисани бартараф этиш учун тутиб қолишни секинлаштирувчи бетон ва қоришма аралашмаларини қайта аралаштиради ёки боғловчида оҳак миқдори камайтирилади. Оҳак – боғловчи цементлар учун энг яхши шлаклар – бу таркибида юқори миқдорда глиноземли ва паст миқдорда (3 – 4%) Mn_2O_2 бўлган шлаклар.

Оҳак – шлакли боғловчини ишлаб чиқариш жараёни қуйидагилардан иборат: хом – ашёвий моддаларни омборга жойлаштириш, шлакни қуритиш оҳакни майдалаш, туйишдан олдин хом – ашёни ўлчаш, биргаликда туйиш, тайёр маҳсулотни ишлатиш жойига жўнатиш. Шлакни 600–700°C ҳароратда қуритиш барабанларида қуритилади.

Оҳақ ва гипсни, одатда, болғали ёки зарб берувчи майдалагичда заррачалари 5–10 мм ўлчамгача майдаланади.

Шлак намлиги (3 – 4%) бўлганда, технологик жараёндан куритишни олиб ташлаш мумкин, чунки шлакдаги сув оҳақ билан аралаштирилганда оҳақни сўндириш учун сарфланади ва шлак курук ҳолатда қолади.

Оҳақ – шлакли боғловчи шарли, трубали тегирмонларда №008 элакда 3 – 5% қолдиқ қолгунча майдаланади.

Оҳақ – шлакли цемент оҳақдаги СаО – шлакни қўзғатувчи таъсирида қолади, бунда шлак сув билан таъсирлашув натижасида цемент бирикмалар ҳосил қилади, гипс эса шлакни гилтупроқли моддаларига таъсир қилиб боғловчини қотишини тезлаштиради.

Хоссалари: зичлиги 2,5–2,9г/см³ ни ташкил этади ва таркибидаги оҳақ турига ва миқдорига боғлиқ.

Хажмий оғирлиги: сочиловчан ҳолатда 800–900 зичлатилган ҳолатда 1200 – 1400кг/м³.

Тутиб қолиш муддатлари: таркибидаги оҳақ миқдорига боғланган ҳолда тутиб қолиш бошланиши 25 мин олдин эмас, охири 24 соатдан кеч эмас.

Мустаҳкамлиги: бўйича 50, 100, 150, 200 маркаларга бўлинади. Совуққа чидамлилиги 25 – 50 цикллarga тенг. Бу боғловчи моддадан паст маркали ер – сув ости буюмлари ишлаб чиқарилади, фақат навбатма-навбат музлаш ва эриш, қуриш, намланиш шароитларида ишлатилиши ман этилади.

Хажми текислигининг ўзгариши – бу хоссаси оҳақдан кейин сўнадиган заррачалар миқдорига боғлиқ.

Бу цемент бошқа шлакли цементлардан юқори чўкиши ва шишиши кўрсаткичлари билан ажралиб туради, чунки оддий ҳароратда ва сув иссиқлик ишловида 90⁰–95⁰С да юқори дисперс гелимон бирикмалар ҳосил бўлади. Автоклавда қотишида чўкиш ва шишиши камаяди, чунки цемент маҳсулотлари қайта кристаллланади, йирик кристалли тузилма ҳосил қилади.

10.5. Шлак ишқорли боғловчилар

Шлакишқорли боғловчиларни тадқиқ этиш бўйича илмий изланишларга кўп олимларнинг хиссаси қўшилган. Бизнинг республикада бу боғловчиларни ва уларнинг асосида тайёрланган бетонларни ишлатиш масалалари билан Газиев У.А, Алиев А.Т., Азимов А., Туляганов А., А.Султановлар шуғулланишган. Илмий тадқиқот изланишлари натижасида шлакли ишқорли боғловчи олиш учун барча гранулланган шлаклар, минералогик таркибидан қатъий назар қўлланиши мумкин ва уларнинг ишлатилиш соҳаси кенгайди. Ҳозирги вақтда шлакопортландцементдан ташқари: оҳақ – шлакли, сульфат, домна – гил тупроқли ва унинг турлари ишлатилмоқда. Гранулланган домна шлаклар алюмосиликатли ишқорли боғловчиларни ишлаб чиқаришда истиқболли хом – ашё деб ҳисобланади. Бу шлакларнинг таркиби кальцийли алюмосиликатли шишадан иборат ва у ишқорлар билан хоссаларига эга бўлади. Шлак ишқорли боғловчилар – бу кўпкомпонентли ишқорий алюмосиликатли тузилмалар, улар нам шароитда ва сувда қотиш қобилиятига эга. Шлакишқорли боғловчиларни принципиал фарқи қуйдагилар:

- ишқорий бирикмалар боғловчиларда қотиш жараёнини фаоллаштирувчи ролини ўйнамайди, улар тўлиқ компонент бўлиб хизмат қилади,

- бу боғловчиларга эркин ҳолатда цемент, ёки оҳақ киритилмайди, чунки уларнинг киритилиши мустаҳкамликни пасайтиради;

- бетон ишлаб чиқаришда стандарт тўлдиргичлар қаторида полидисперс грунтлар ҳам ишлатилиши мумкин.

Ишқорий компонентлар

Шлакишқорий боғловчиларда ишқорий компонент сифатида ишқорийметалларни бирикмалари хизмат қиладилар. Улар сувли

эритмаларда ишқорий реакцияларни берадилар. Шлакларбилан таъсирлашуви характери бўйича улар 3 та гуруҳга бўлинади:

1 - носиликат тузлар;

2 - силикат тузлар;

3 - ишқорий тузлар.

Асосий шлаклар учун $M_o \geq 1$ қотиш шароитларидан қатъий назар ҳамма гуруҳдаги ишқорий компонентлар қўшилиши мумкин. Нейтрал ва нордон шлаклар учун $M \leq 1$ гуруҳ ишқорий компонентлар фақат иссиқлик ишлови шароитларида самарадор, 1 ва 3 гуруҳдагилар табиий қотишда қўлланиши мумкин. Шлакни сатҳ и юзаси $3000 \text{ см}^2/\text{г}$ га тенг бўлганда, ишқорий бирикмаларни оптимал миқдори шлак ишқорий бирикмада Na_2O га ҳисобланганда шлакмассасидан 5% ни ташкил қилади 1 ва 3 гуруҳдаги ишқорий компонентларнинг сувли эритмасининг оптимал зичлиги $1,15 - 1,20 \text{ г}/\text{см}^3$, 2- гуруҳники $1,30 \text{ г}/\text{см}^3$. Шлакишқорли боғловчи учун истиқболли ва иқтисодий ишқорий компонентлар деб тоза кимёвий маҳсулотларни ҳисоблаш керак эмас, бир қатор ишлаб чиқаришдаги, таркибида натрий калий бирикмалари бўлган иккиламчи маҳсулотларни ҳам ҳисобга олиш керак. Буларга қуйдагилар киради:

сода ишқорли бирикма — капралактам ишлаб чиқаришни йўлдош маҳсулоти;

суяқ ишқор таркибли фенол ишлаб чиқаришдаги чиқиндилари;

ишқорларни эритилган бирикмаси — натрий ва калий ишқорлари;

фторли натрий — суперфосфат ишлаб чиқариш чиқиндиси;

натрий металосиликат — икки оксидли титан ва гилтупроқни ишлаб чиқаришдаги йўлдош маҳсулоти;

цемент корхоналарни клинкер куйдириш печь лари электрофильтрдаги чанги;

целлюлоза — қоғоз саноатини ишқор таркибли чиқиндилар.

Бу мумкин бўлган ишқорий компонентлар билан чегараланмайдилар, чунки рангли, ноёб ва бошқа моддаларни ишлаб чиқиши ривожлангани сари, ишқорий моддаларни бирикмалари кўп миқдорда иккиламчи маҳсулот сифатида ҳосил бўлади ва улар ишқорий компонент сифатида хизмат қилиши мумкин. МДХлар худидида табиий тузларни ҳисобланган захираси $1,5 \text{ мин.т}$ ни ташкил қилади.

Шлак ишқорли боғловчининг хоссалари

Шлак ишқорли боғловчилар хоссалари кўп омилларга: шлакни турига, минералогик, фазовий таркибига, майдалик даражасига ишқорий компонентларни турига ва концентрациясига боғлиқ.

Нормал қуюқлиги ёки сувга талабчанлиги: шлакни сатҳ и юзаси $3000 - 3500 \text{ см}^2/\text{г} - 25 - 30\%$ шлак массасидан.

Тутиб қолинишининг бошланишида 30 минутдан — 1 соатгача охири 2 соатдан — 6 соатгача. Қўлланидиган ишқорий компонентнинг таркибига, асослигига ва шлакнинг майдалигига, қоришмани концентрациясига бўлган ҳолда тутиб қолиш муддатларини бошқариш мумкин.

Боғловчини активлиги /Гост 19178 — 76 бўйича / $200 - 1200 \text{ кчс}/\text{см}^2$ ($20 - 120 \text{ МПа}$).

Шлак ишқорли боғловчиларнинг мустаҳкамлиги биринчи ой давомида интенсив равишда ўсиб боради. Агар портландцементнинг мустаҳкамлиги 3 ойдан сўнг оптимал шароитларда 1,2 атрофида бўлса, шлак ишқорли боғловчининг мустаҳкамлиги 1,5 атрофида. Иссиқлик ишлови қотиши жараёнини тезлаштиради ва унинг давомийлигини гидротермик иситиш ҳисобига қисқартириш мумкин. Мустақил қотишига мойиллиги бўлган майдаланган шлаклар фаоллигини йўқотмасдан узоқ вақт сақланиши мумкин. Фақат юқори асосли шлаклар фаоллигини бир қисмини, айниқса, майда туйилган кальций асосли боғловчилар, оҳақ бирикмалар, шлак ишқорли боғловчиларнинг мустаҳкамлигини пасайтиради. Шлак ишқорли

боғловчиларни контракция кўрсаткичи портландцементга нисбатан 4 – 5 баробар кам, қотишда иссиқликни ажратиши 1,5 – 2,5 паст. Бу боғловчини бошқа боғловчилардан фарқи, у сув билан эмас, ишқорий металлларни концентрацияланган сувли эритмалари билан бирикади. Бу эритмаларнинг музлаш ҳарорати 0° дан паст. Ишқорий компонентлар совуққа қарши кўшимча сифатида хизмат қилиши мумкин ва боғловчи модда интенсив салбий ҳароратда қотиши мумкин.

Шлак ишқорли боғловчиларнинг гидратланиши ва қотиши

Шлакишқорли боғловчиларнинг гидратланиши ва қотиши жараёни маҳсулот – тобермарит фазаси СНВ (1) гуруҳининг паст асосли кальций гидросиликатлари, аралаш гидросиликатлар ва алюмосиликатлар, ҳамда томсонит, гидронефелин, анальцит, натролит кўринишидаги ишқорий гидросиликатлар.

Шлак ишқорий боғловчиларни гидратланиши ва қотиш жараёнини учта даврга фарқ қилинади.

1 давр – ишқорлар таъсирида шлакли шишани гидролитик эриши бу ҳолда қуйидаги жараёни ўтади:

- кальций гидроксиди билан ишқорий тузларни катион алмашуви натижасида ишқорларнинг ҳосил бўлиши;
- ишқорлар таъсирида ишқорий гидросиликатлар ҳосил қилиб шлакларни шишасимон таркибидаги силикатнинг эриши.

2 давр - Коагуляцион – кристаллизацияон ўтувчи коагуляцион тузилишини пайдо бўлиши ва қуйидаги жараёнлар ўтади:

- ишқорий гидросиликатларни шлакли шишани СаО билан реакцияга киришиб паст асосли кальцийгидросиликатлар ҳосил бўлиши ва ишқор ажратиши;
- кейинчалик шлакли шиша ва алюмосиликатлар билан реакцияга кирилиши; гидроалюмосиликатлар ҳосил бўлиши.

3 давр - Коагуляцион – кристаллизацияон тузилишни кристаллизацияга ўтиши, бунда шлакли тошни конгломерат тузилиши ҳосил бўлади.

Бу тузилишнинг таркиби паст асосли кальций гидросиликатлар кальций гидрокарбосиликат, ишқорли гидроалюмосиликатлар, аралаш гидросиликатлар ва алюмосиликатлардан иборат. Шлак ишқорли боғловчиларни қотиш жараёнидаги шлакнинг роли қуйидагича:

- шлакни гидролитик эришини ва бузилишини тезлаштири;
- оралиқ маҳсулотларнинг ҳосил бўлишида (ишқорий гидросиликатлар ва гидроалюминатлар) иштирок этади;
- ишқорий гидроалюмосиликатларнинг ҳосил бўлишида иштирок этиш;
- паст асосли кальций гидросиликатларни ҳосил бўлиши учун муҳит яратиш.

Қотган шлак ишқорли боғловчиларнинг тузилиши реакцияга киришмаган шлакни, унинг гелъ фаза билан цементланган кристалл фазали заррачаларидан иборат. Гелъ масса эса ҳар хил тузилишли ва ўлчамли кристалллар билан гидрат янги маҳсулотларни кристалл ўсимталар билан тўлдирилади.

Кристалл янги маҳсулотлар (тобермарит фазаси) эскиришга кам мойил ва мукамал таркибга эга. Бу янги маҳсулотлар юқори дисперсликка эга, шунинг учун вақт ўтиши билан бу тузилишини қайта кристалланиши мустаҳкамлигининг пасайишига кам таъсир қилади, чунки ишқорий муҳит гелъ ва криптокристалл тузилишни юқори муқобиллигини таъминлайди. Паст асосли кальций гидросиликатларнинг эрувчанлиги 0,035–0,050 г/л, ишқорий алюмосиликатларники бундан ҳам паст.

Шундай қилиб, вақт давомида янги маҳсулотларнинг эрувчанлиги, тузилишининг мукамаллиги ҳал қилувчи омил бўлиб, шлак ишқорли тошни узоқ умрлигини таъминлайди.

Грануланган домна шлакларни ишқорлар, масалан, шунингдек кучсиз кислоталарнинг ишқорли тузларини (ишқор, сода, суюқ шиша) киритиш

билан ҳам активлаштириш мумкин. В.Д. Глуховский ва бошқаларнинг тадқиқотлари асосий ва кислотали домна шлаклари асосида юқори мустаҳкамликка эга бўлган шлак ишқорли бетонлар олиш мумкинлигини кўрсатади. Бу боғловчи моддаларнинг асосий компонентлари ишқорларнинг сувли эритмаси билан биргаликда майдалаб туйилган гранулли домна шлакидир. Нордон шлакларда сувда эрувчан шиша кам модулли 1,2 – 1,25ни ишлатиш тавсия этилади. Сода ва сода – ишқорли моддалар зичлиги 1,14 – 1,16 кг/л бўлган 15% сувли эритмалар кўринишида қўшилади.

Бу боғловчининг қотиши шлакли шишани гидроксил ионлар таъсирида паст асосли гидросиликатлар (CSH(B)) ҳосил қилиши асосланган. Нормал шароитларда қотишида унинг мустаҳкамлиги 20–25 МПа тенг. Буглатилишда (8–12) 90–95°C ҳароратда ўтади, мустаҳкамлиги 35–60 МПа ни ташкил этади. Боғловчининг мустаҳкамлиги шлак, ишқорли компонент сарфи ва хоссасига боғлиқ бўлиб ошиши мумкин. Бу боғловчи модда қурилишни ҳар хил соҳасида қўлланиши мумкин.

10.6. Тез қотувчи шлакопортландцемент

Бу цемент оддий шлакопортландцементдан қотишни бошланғич қотиш даврида тез қотиши билан ифодаланади. Домна гранулли домна шлакни микдори цемент массасидан 30 дан кам, 50% дан кўп бўлмаслиги керак. Намуналарнинг мустаҳкамлиги 3 суткадан сўнг эгилишига – 35 кг/см² дан, сиқилишига 200 кг/см² кам бўлмаслиги керак. Одатда клинкер таркиби қуйидагича: C_3A 8 – 10% сатҳи юзаси 3500 – 4500 м²/г га тенг. Ишлаб чиқариш технологияси асосли ва нордон шлаклар учун ишлаб чиқарилган. Асосли шлаклар ишлатилгандан олдин бир тегирмонда фақат клинкер майдаланади, кейин иккинчи тегирмонда шлак ва гипс билан туйилади. Нордон шлаклар ишлатилганда клинкер ва шлак биргаликда майдаланади.

10.7. Шлак–магнезиал портландцемент

Бу боғловчини юқори (10%) MgO микдорли портландцемент клинкерини, домна шлакни ва гипсни биргаликда туйиб олинади, таркиби: 30% дан кам, 50% дан кўп эмас шлак, шлакни бир қисмини (15% дан кўп эмас юқори фаол қўшимча трепел билан алмаштириш мумкин. Олдиндан қуришти цементнинг қотишига салбий таъсир кўрсатади, шунинг учун уни бир вақт нам шароитда ёки сувда сақланиши керак. Мустаҳкамлиги бўйича 200, 300, 400 маркаларга бўлинади.

Ишлатиши: ер ости бетон ва темирбетон конструкцияларни ишлаб қўлланади.

11-Боб. Буглатилишда қотувчи портландцемент

Цемент тошини тузилиши бир-бири билан боғланган физик – кимёвий ва физикавий жараёнлар натижасида шаклланади. Портландцемент буглатилганда унинг мустаҳкамлиги ошади. Ҳарорат кўтарилган сари индукцион даврининг давомийлиги сезиларли камаёди ва бирламчи гидросиликатлар фазаси ҳосил бўлиши тезлиги кўпаяди.

C_3SH_4 ни 50°Cда буглатишда 1-чи метостабиль фазани ҳосил бўлишига олиб келади, 70-80°Cда эса бу фаза ҳосил бўлмайди. Барча фаза бартараф бўлгандан сўнг кам асосли 2-чи фаза юзага келади. Гидратланиш ҳарорати 90°C гача кўтарилганда гидросиликат фазанинг асослиги бир нечага камаёди, натижада тоберморитсимон кальций гидросиликатлар юзага келади. Буглатишда C_3A дан C_3AH_6 ҳосил бўлади шу гидратация шароитида C_4HF ни гидратланиши қаттиқ C_3AH_6 – C_3FH_6 эритмалари ҳосил бўлишига олиб келади. Юқори ҳароратда узоқ вақт буглатилишда гемматит $2Fe_2O_3$ юзага келади. Иссиқлик ишловида (80-90°C)да портландцементни гидратланишидаги маҳсулотларнинг фазовий таркибини ўзгаришига олиб келади. Шунинг учун буглатишда мустаҳкамликни ошири биринчи навбатда портландцементни гидратланиши даражасига кўпайиши билан

ифодаланади. Пасталюминатли (5–6% C_3A) таркибида фаол минерал қўшимчаси бўлмаган цементлар буглатилгандан сўнг юқори мустаҳкамликка эга. Паст ва ўрта алюминатли (9 – 10% C_3A кўп эмас) цементларга 10% гача фаол минерал қўшимчалар киритилса мустаҳкамлиги пасаймайди. Юқори алюминатли (> 10% C_3A) клинкерлар фақат шлакопортландцемент таркибидагина буглатганда самарадорлигини кўрсатади. Шлакпортландцемент таркиби 30 – 40% шлакдан иборат бўлса, у портландцемент билан бир марказда бўлиб туриб буглатилгандан ва 28 сут. қотишдан кейин портландцементга нисбатан юқори мустаҳкамликка эга бўлади.

Майда туйилган юқори мустаҳкам цементларни қўлланишида буглатишида изотермик даврини 9с. гача қисқартириш имконини беради. Бу цементларга юқори мустаҳкам, тез ва алоҳида тез портландцементлар, тез шлакопортландцементлар қиради.

У ёки бу цементни танлаш лойиҳаланаётган бетон марказига ва иссиқлик ишловидан бевосита кейинги мустаҳкамлигига боғлиқ. Бунда бетонни тайёрлаш шартлари ва қўлланиши ҳисобга олинади. Муҳим критерий бу цементни фаоллигидан фойдаланиш коэффициенти, у портландцемент учун 4 соат буглатилгандан сўнг 65 кам бўлмаслиги керак. Шлакпортландцемент учун 72дан кам бўлмаслиги керак. Иссиқлик ишловида иккита қарама – қарши жараён кузатилади - бузилиш ҳосил қилувчи ва деструктив ҳарорат кўтарилганда йирик кристаллсимон гидратли янги маҳсулотларни шаклланиши тезлашади ва жуда тез кристалл синч ҳосил бўлади. Буглатиш сари кристаллларни синчидаги моддалар ўсади, бу эса мустаҳкамликни ошиши билан биргаликда ички кучланишга олиб келади. Бетон таркибидаги эркин сув ҳаво тўлдиргичлар ва цемент тоши термик хажмий кенгайиш коэффициенти ҳар хил моҳиятига эга. Бу эса бетонда кучланишни ҳосил қилади ва деструктив жараёнларнинг кучайишига кўмаклашади. Буглатилган буюмда, айниқса тез қотувчи ва юқори мустаҳкам цементларда иссиқлик

ажратилишини кучайтиради ва ҳарорати буглатиладиган камерани ҳароратидан 8–15°C га ошади, бу эса цемент тошидан эркин сувни буглатилиб чиқишига ва уни кўришига олиб келади.

Бу ҳам деструктив жараёнларни ривожланишига олиб келади ҳамда йирик ва мурраккаб конструкцияларга ҳароратни нотекис тақсимлашишида кўпаяди. Бу салбий ходисани олдини олиш учун паст сув цемент нисбатини танлаши керак. Шаклланган (қолипланган) буюмни нормал ҳароратда критик мустаҳкамликка эга бўлгунча олдиндан ушлаб туриш керак. Кучланишни камайтириш учун буглатиш камерасида ҳароратни аста-секин кўтарилиши керак. Цемент тошининг тузилиши ва мустаҳкамлигини ўзгариши хусусияти буглатилишида бетонни муҳим хоссаларига катта таъсир кўрсатади, мустаҳкамлиги, чўкиши совуққа чидамлилиги ошади.

12-боб. Йўл ва аэродром қопламлари бетонлари учун

портландцемент

Йўл қопламлари учун фойдаланиладиган бетон доимий равишда физик, механик таъсирларига учраб туриши туфайли уни тайёрлаш учун маҳсус цементлар қўлланилади. Улар оддий портландцементдан совуққа бардошлилиги, ёйилтирувчи ва зарбали таъсирларга чидамлилиги, эгувчи зарбаларга нисбатан оширилган мустаҳкамлиги ҳамда кам кичраювчанлиги билан ажралиб туради.

Цементли бетон асфальтбетонга нисбатан кўп ижобий техник хоссаларга эга. У мустаҳкам, йилнинг иссиқ ҳарорати таъсирига чидамли, кам ишқаланади (0,1 мм бир йилга). Бетон қопламаларидаги цементни кўп омиллар таъсирига дуч келади:

- офтоб нурида ҳароратли кучланишларга;
- автомашиналардан, самолёт реактив двигателларида чиқадиган газлардан;
- атмосфера ёғинларига (қор, ёмғир).

Бу бетонларнинг асосий фазилатларидан бири унинг бардошлилиги. Бу фазилатга цементни бетондаги миқдори, тузилиши таъсир қилади. Цемент тошини тузилишини сарфини оширишга, кальций алюмоферритларни ортиқча миқдори бардошлиликни кучайтиради. Қўшимчаларнинг тури ҳар хил таъсир этади, масалан - CaCl_2 бардошлиликни камайтиради, сирти фаол қўшимчалар (ССБ) эса кучайтиради. Иссиқлик ишлови бетоннинг бардошлилигини пасайтиради. Цемент бетон қопламалар ҳар хил турда бўлади:

- монолит ва йиғма;
- бир ёки икки қатламли;
- арматурали ва арматурасиз;
- оддий ва олдиндан зўриқтирилган.

Ҳар бир буюмлар учун цемент махсус талабларга жавоб бериши керак. Шунинг учун бу қопламаларнинг сифатига цементни физик-кимёвий хусусиятлари қай даражада таъсир этишига аҳамият бериш керак ҳамда цемент юқори мустаҳкам бўлиши ва тез қотиши керак. Тадқиқотлар шуни кўрсатадики замонавий, алитли юқори мустаҳкам портландцемент қурилиш-техник хоссалари бўйича сиртки-фаол қўшимча киритилганда йўл ва аэродром қопламаларига қўйиладиган талабларга тўлиқ жавоб беради.

Масалан, натрий силоканат (ГКП-11) қўшимчани 0,6 кг (қуруқ моддага ҳисоблаганда) сув билан аралаштириб (цемент миқдори оддий сарфланишида) бетонга қўшса 300-500 марка бетон тайёрлаш мумкин. Бу қўшимча бетонни совуққа чидамлигини дарзликка, ишқаланишга барқарорлигини оширади. Бетонни бир хил махсус хоссаларини яхшилаш мақсадида пластифицирланган гидрофоб қўшимча қўшиш тавсия этилади.

Ўз хусусиятларига кўра портландцементнинг бу тури қуйидаги талабларга жавоб бериши лозим, хусусан клинкердаги C_3A миқдори 8% дан ошмаслиги - фақат грануланган домна шлакини 15% дан ортиқ бўлмаган

миқдорда киритиш мумкин; - механик маркаси 400, 500га мос келиши керак. Бетон қоришмаларини сувга талабчанлигини камайтириш ва совуққа чидамлигини ошириш учун пластифицирловчи, гидрофобловчи, ҳавони тортиб олувчи моддалар киритиш мақсадга мувофиқдир.

Бу цементнинг тутиб қолинишининг бошланиши 2 соатдан олдин бўлмаслиги керак, бу эса қоришмани қолиплаш жойигача цемент тутиб қолишидан олдин юклаш мумкин.

13-боб. Асбестоцемент маҳсулотлари ишлаб чиқариш учун

портландцемент

Асбестоцемент материалларини ишлаб чиқариш замонавий технологиясининг асосий босқичлари:

- олдиндан титилган асбест ва цементдан (85:15) суспензия (куюк сууюклик) тайёрланади;

- буюмларни асбест трубади ускуналарда қолиплаш, яъни ускунадаги тўрсимон цилиндрда бирламчи қатлам ҳосил бўлгунча сувни қаттиқ фазадан сўриб чиқариш;

- бирламчи қатламни сувсизлантириш ва зичлантириш ҳамда ундан "хом" ярим тайёр маҳсулот олиш ва уни зичлаш. Охириги босқичда ярим тайёр маҳсулот иссиқлик ишлови, сўнг қайноқ сувни таъсирида қотади.

Сувсизлантириш жараёнини тезлаштириш учун дағал майдаланган цемент қўлланиши мумкин, аммо бунда майда ингичка фракциялар камаяди ва цемент асбест толалари билан жипслашиши пасаяди, қотиш тезлиги секинлашади. Шунинг учун цементни солиштира юзаси 2200 см^2 дан кам 3200 см^2 дан кўп бўлмаслиги керак. Асбест толаларини цементнинг гидрат маҳсулотлари билан физик-кимёвий таъсирлашуви натижасида уларни ўзаро алоқалари асбестоцементни бирламчи қатламларидан ва "хом" ярим тайёр маҳсулотда мустаҳкамланади.

Филтрлаш жараёни цементдаги гипс ҳисобига яхшиланади, чунки у

гидросульфалюминат кальцийни кристалланишига қўмаклашади ва юқори дисперс кальций гидроалюминатларни юзага келишини олдини олади. Цементда алит миқдори кўпайган сари асбестоцемент материалларни қолиплаш жараёни тезлашади. Цементга минерал актив (фаол) ёки инерт қўшимчалар қўшилмайди.

Бу цемент учун ишлатиладиган клинкернинг таркиби 52% дан ортиқ бўлмаган C_3A дан 3-8% дан, ортиқ бўлмаган C_3A дан MgO – 5% дан CaO – 1% дан кам бўлиши лозим.

Бу буюмларни ишлаб чиқариш учун 400 ва 500 маркали цемент ишлатилади, цементнинг бу турига қўйиладиган талаблар қуйидагилар билан изоҳланади, асбестоцемент маҳсулотларини тайёрлашда цементнинг бошланғич гидролизланиши жуда юқори сув цемент нисбатида ўтади кўп сувни асбестоцемент массадаги сувнинг катта миқдори филтрланиб, суриб сиқиб олинади. Асбесто толаларида ушланиб қолиши учун цемент заррачалари жуда майда бўлиши лозим, аммо уларнинг ортиқча дисперсионлиги, боғловчи модданинг сувга талабчанлигини ошириши мумкин. Асбестоцемент маҳсулотлари ишлаб чиқаришда қўлланиладиган портландцемент амалий жиҳатдан одатдаги курилиш портландцементи билан бир хил бўлади, аммо бошланғич муддатларда интенсивроқ қотиши ва мустаҳкамлигининг тезроқ ўсиши билан фарқланади. Клинкерни майдалашини тезлаштириш учун цемент сифатини ёмонлаштирмайдиган қўшимчалар 0,5% миқдорда қўшилиши мумкин. Тутиб қолишни бошланиши 1,5 соатдан олдин эмас, охири 10 с кеч эмас.

14-боб. Тампонаж цементлар

Тампонаж тузилмалари ҳар хил шароитларда ишлатилади. Қазилмалар ҳарорати 20-25°C дан 200-300°C гача, босимлар, қатлам сувларни кимёвий таркиби, жинсларни минералогик таркиби ўзгариб туради.

Айниқса газ қазилмаларда ишлаш шароитлари жуда мураккаб, чунки цементлаш тугагандан сўнг газларни қатламдан қазилмага ўтишининг хавфи бўлади, натижада фавворалар юзага келиши мумкин.

Шу муносабат билан бунақа шароитларда ишлатиладиган тампонаж цементларнинг хоссаларини яхшилаш керак.

Бу хоссаларга тутиб қолиш муддати (бошланиши ва охири), реологик (оқувчанлик, ёпишқоқлик, ҳаракатчанлик) хоссалари киради.

Биринчи тадқиқот - тажриба ишлари 1907-1908 йилларда бажарилган. Ўша йилдаги цементлар секин қотадиган, паст мустаҳкамликка, кўпол майдаликка эга бўлган ва узоқ вақт керакли мустаҳкамликка эга бўлишини кутиш керак бўлган. Шу муносабати билан қотиш жараёнини тезлаштириш зарурияти бўлган. Тутиб қолиш муддати бу шундай жараёнки, унда цементни сув билан аралаштиргандаги ҳаракатчан қоришма аста-секин қуюқлашади ва бошланғич мустаҳкамликни эгаллайди ва шу ҳолатда унинг қайта ишлаши қийин бўлади, шунинг учун тампонаж цементлар шунақа тутиб қолиш муддатларига эга бўлиши керакки, уларни ҳар хил вазиятларда, шароитларда ишлатишнинг имкони бўлиши керак.

Масалан, қазилмалардаги ҳарорат ва босим кутарилса, тампонаж цементларга секинлаштирувчи – реагентлар ишлатилиши керак (КМЦ, ССБ, СДБ).

Одатда ҳамма цементлар учун тутиб қолиш бошланиши 45 мин олдин эмас, охири 10-12 соатдан кейин эмас. Тутиб қолишдан олдин цемент ҳамари тиксотроп хоссаларга эга. Қотган сари ҳамирни қайта ишлатилиши қийинлашади. Шу вақтда ҳамир тинч ҳолатда қотиши керак.

Узоқ вақт давомида тутиб қолиш муддати тампонаж цементлар учун асосий характеристика бўлган. Улар сув цемент муносабати ўзгаришга боғлиқ бўлган, яъни унинг ортиши тутиб қолиш муддатини чўзади, айниқса тутиб қолишни охири, аксида эса цемент сарфини ўстиради. Цемент

клинкери минералогик таркиби 80-82 % силикатлардан, 20-18 % алюминат фазалардан иборат.

Цемент ишлаб чиқариш саноати икки хил томпонач цемент ишлаб чиқаради. Бири "совук" ($22+2^{\circ}\text{C}$), иккинчиси "иссиқ" ($75+3^{\circ}\text{C}$) қазилмаларга мўлжалланган. Стандарт талабига кўра "совук" қазилмалар учун цементларини тутиб қолишини бошланиши 2 соатдан олдин эмас, "иссиқ" қазилмалар учун 1 соат 45 минут олдин эмас.

Тутиб қолиш охири "совук" қазилмалар учун 10 соатдан кейин эмас, "иссиқ" қазилмалар учун 4 соат 30 минут кеч эмас.

Эгилишига бўлган мустаҳкамлик чегараси ($c_{\text{ц}}-0,5$) 2 суткадан сўнг "совук" қазилмалар учун 27 кг/см^2 дан кам, "иссиқ" учун 62 кг/см^2 кам эмас. Цемент ҳамирининг ейилиши 180 мм дан кам бўлмаслиги лозим. "Совук" қазилмалар учун клинкерга 15% ортик бўлган миқдорда актив минерал қўшимчалар ёки 10 % кўп бўлмаган инерт қўшимча (кварц куми ёки кристалл оҳактоши) қўшиш мумкин.

"Иссиқ" қазилмалар учун грануланган домна шлаки ёки фақат чўккан жинслардан иборат актив минерал қўшимчалар 15 % кўп эмас, ёки кварц куми 10 % дан кўп қўшиш тавсия этилади.

"Совук" қазилмалар учун тампонач цементларнинг сатҳи юзаси $3000-3550\text{ см}^2/\text{г}$, актив минералларнинг ($\text{C}_3\text{S}+\text{C}_2\text{S}$) йиғиндиси 60 % атрофида ва SO_3 миқдори 3-3,5% дан ошмаслиги керак.

"Иссиқ" қазилмаларга (75°C) мўлжалланган тампонач цемент паст алюминатли бўлиши керак.

14.1. Махсус тампонач цементлар

Паст гигроскопик тампонач цемент узок вақт сақланганда мустаҳкамлигини йўқотади. Унинг таркиби клинкер, гипс, уч этиламин қўшимчадан иборат.

БҚЦ — кремнийли цемент. У куйдирмасдан олинадиган гидравлик боғловчи модда. Унинг таркиби, қўйидагича қурилган таркибида 80% $\beta\text{-C}_2\text{S}$, белитли компонент ишқорлар 2,5%, SO_3 0,5%дан кўп бўлмаслиги керак.

Қазилмадаги ҳароратга кўра белитнинг миқдори 30-70 % гача, кварц куми эса 70-30% гача тебранади. Майдаланган бентонит гилни қўшса бўлади. Тутиб қолиш муддатлари бошланиши 1с 45 мин олдин эмас, охири 10 соатдан кеч эмас.

Агар қазилма ҳарорати $90-130^{\circ}\text{C}$ бўлса тутиб қолиш муддатларнинг тезлаштириш учун 1-5 % миқдорда кальцийланган сода қўшиш мумкин. Эгилишига бўлган мустаҳкамлик чегараси ҳарорати- 30°C , босими -200-400 ат қазилмалар учун 30 кг/см^2

$130-150^{\circ}\text{C}$ 500-700 ат - 40 кг/см^2 , $150-300^{\circ}\text{C}$ 500-700 ат - 50 кг/см^2 . Бу кремнийли цемент (БҚЦ) махсус тўри юқори ҳароратли нефть ва газ қазилмалар учун мўлжалланган.

Шлаккулли цемент - юқори ҳароратли қазилмаларини цементлашга мўлжалланган. Унинг таркиби майдаланган грануланган домна шлаки ва кварц кумидан иборат. Жанубий ҳудудларга мўлжалланган.

Тузларга чидамли цементлар - нефть конларидаги қатлам сувларида сульфат, хлорид, олтин гугурт тузлари мавжуд бўлгани учун цемент илк бор қотиш даврида емирилишга учрайди.

Шунинг учун тўйилган кварц кумини қўшиш тавсия этилади. Тадқиқот натижасида шу нарса аниқланди: кварц куми 75°C яъни "иссиқ" қазилмаларга активлиги ошади ва CaO ни кимёвий боғлайди, ($160\text{ мг CaO } 1\text{ г кумга}$) шунинг учун цемент массасидан 25-45 % миқдорда кумни қўшиш тавсия этилади.

Бу цемент "иссиқ" ва "совук" қазилмаларга ишлатилиш учун мўлжалланган. Таркиби : тампонач цемент, кварц куми, гипс тоши. "Совук" қазилмалари учун кум 25 % + 5, "иссиқ" учун 45 % + 5 миқдорда қўшилади.

Эгилишига бўлган мустаҳкамлиги 2 суткадан кейин совуқ қазилмалар учун 20 кг/см^2 кам эмас, иссиқ учун 40 кг/см^2 кам эмас бўлиши керак.

Оғирлаштирган тампонаж портландцемент - қазилмаларидан оғирлаштирган бурғилаш эритмани тўлиқ чиқариб юбориш учун ишлатилади.

Унинг таркиби 50-60 % клинкердан, 40-50% гематит, магнетит, ёки дала шпати ва озгина-3 % гипсдан иборат.

Иссиқ қазилмалар учун оғирлаштирувчи миқдори 40-60 % дан ошмаслиги, тутиб қолиши бошланиши 1 с 45 олдин эмас, охири 2 соат 30 мин кеч эмас.

Тутиб қолиш муддатини секинлаштириш учун 0,33% гача карбоксилметилцеллюлоза қўшиш мумкин.

Толали тампонаж цемент: Бу цемент таркиби толали қўшимчалар, асбест, қоғоз ишлаб чиқариш (саноати чиқиндилари 2-3 % миқдорда киритилган).

Бу қўшимчалар қазилма деворларида сеткали, синчсимон пленка ёки дарзликларда цементли тампонлар ҳосил қилади ва ҳамма нозикликларини беркитади.

Натижада зич сатҳи юза билан боғланган цемент қатлам ҳосил бўлади ва шу масъул дарзликлар, дренаж каналларини беркитади.

Толали пленка цементнинг қатламга ўтишга тўсқинлик қилади.

Гель-цемент. Таркиби тампонаж портландцемент, 3-7 % бенитонит гил қўшишдан иборат.

Гидростатик босим таъсирида қазилмаларда гил эритмаси ёки цемент жинсларини қатламга ўтиб келиши мумкин. Шу ҳолда ушбу цементдан фойдаланилади.

Бу цемент кам сув ажралиши, чўкиши, дарзликларга барқарорлиги, зичлиги билан ажралиб туради. Ундан ташқари, перфорация вақтида цемент

тоши майдаланмайди. Тутиб қолиш муддати бошқариш учун ССБ-0,5 -0,75 % миқдорда қўшиши мумкин.

Енгиллаштирган тампонаж цемент - бир хил ҳудудларда нефть ва газ қазилмаларни 3500-4000 м чуқурликда қазинида олиб борилади. Бу ҳолда цемент қоришмасини 200 м дан ортиқ баландликка кўтариш керак бўлади ва бу шароитда енгиллаштирилган цемент қоришмаси қўлланилади.

Унинг таркиби актив минерал қўшимча (пемза, диатомит, опока, трепел) ва 30% кам бўлмаган клинкердан иборат. Ундан ташқари, ишлатиш жойида гил, перлит, керамзит, нефть кокси билан аралаштирилади.

Газ қазилмалари учун кенгаювчан тампонаж цемент. Газ қазилмаларини бурғилашда, цементлашда газни чиқиб кетиши кузатилади, натижада очик газли фавворалар юзага келади. Бунга сабаб цемент қоришмаларини чўкиши натижасида цемент тоши, қазилма девори ва трубалар билан контакт жойида бўшлиқ ҳосил бўлиши кузатилади, ва шу муносабат билан ушбу цемент ишлатилиши тавсия этилади.

Унинг таркиби: цемент, кенгаювчан қўшимча 15 % дан (каустик сода, MgO). Бу цемент тури кам сув, иссиқлик ажратади, газ ўтказувчанлиги, агрессив муҳитда барқарорлиги билан ҳарактерланади.

Тампонаж қоришмаларнинг хоссаларини ўзгартириш учун кимёвий реагентларни қўллаш керак. Тутиб қолиш вақти тезлаштирувчи реагентларга паст молекуляр бирикмалар-электролитлар кириди: NaCl , CaCl_2 каустик кальцийланган сода, суюқ шиша. Масалан, NaCl -2-3 % ошмаган миқдорда тампонаж қоришмаларнинг қотишини ва ички тузилишининг ҳосил бўлишини тезлаштиради, аксинча ички тузилишини ҳосил бўлишини секинлаштиради.

ССБ-сульфит спиртли барда- тампонаж тузилмаларни қайта ишлашда кўп қўлланидиган реагент. У тахминан 180°C гача цемент ҳамирнинг ёйилишини кўпайтирди, аммо унинг таъсири ҳамма цементларга бир хил эмас ва унинг оптимал миқдори цемент турига, қотиш шароитига боғлиқ. Цемент

қоришмаларни тутиб қолиш учун 0,3% гача миқдорда мусаллас кислотаси қўшилса унинг муддатини тезлаштиради.

Кимёвий реагентлар қуюқланиши ва қотиш жараёнларининг секинлаштирувчилар кимёвий тузилиши бўйича 8та гуруҳга бўлинади:

1.Окси-амино-карбон кислота ва уларнинг тузлари; лимон мусалласи, триоксиглутаровая, глюкокли, гептан, этилендиамин тетра уксус кислота.

2. Қант, глюкоза, галактоза глюкентанат натрий.

3. Боратлар ва фосфатлар: бор кислотаси, бор, гексаметафосфат, тринатрийфосфат.

4. Лигнин бирикмалари:

а) Активлаштирилган гидролизли, нитролигнин, хлорли лигсульфитланган нитролигнин, H_2O_2 билан оксидланган лигнин.

б) лигносульфонатлар: кальций лигносульфанат, феррохромлигносульфонат, конденсатланган сульфит-спиртли эритма.

5. Табiiй танин маҳсулотлари: экстракт квебахо, полифенол-ўрмон кимёвий реагент ва бошқалар.

6. Гумматлар: УЦР, оксидланган гумматли реагент.

7. Полисахарид бирикмалар:

а) крахмал, нордон сульфитланган крахмал.

б) целлюлоза эфирлари: карбоксиметилцеллюлоза, сульфозфир целлюлоза.

8) винил-акрил полимерлар асосида маҳсулотлар:

Тампонаж тузумлар хоссаларини физик-кимёвий усул билан бошқариш тушунчаси қўйидагиларни ўз ичига олади:

1) тампонаж материалларнинг хоссаларини шароитга мос ҳолда танлаш.

2) тампонаж эритмаларининг шаклланишида қудуқ муҳитини эътиборга олиш.

Бу шартларни бажаришда тампонаж эритма ва тош ўртасидаги боғлиқлик эътиборга олинади.

14.2. Тампонаж тузумларининг қотиш ва тузилишини ҳосил

қилишдаги жараёнлар

Тампонаж тузумларнинг қотиш ва тузилишини ҳосил қилиш хусусияти туфайли у қудуқларни цементлаш учун хизмат қилишга асос бўлади. Шунинг учун бу тузумлар, яъни цементли эритмаларнинг асосий физик-кимёвий муаммоларидан бири тузилишини механик хоссасини бошқаришдир. Боғловчиларни қотишдаги мустаҳкамлигининг шаклланиши физик-кимёвий назариясига академик Ребиндер асос солган.

Тузилишнинг зарур мустаҳкамлигини таъминлашда гидратланишнинг оптимал шароити муҳим ўрин тутди. Бу кристаллизацион шаклланишга олиб келувчи етарли катталиқдаги зарур миқдордаги кристалл парча хоссаларнинг минимал кучланишда ҳосил бўлиши билан кузатилади. Жараёни бошқариш боғловчининг дисперслик даражаси ва суспензия концентрациясининг ўзгаришига боғлиқ.

Тузум ҳосил қилишни фаоллаштирувчи ёки секинлаштирувчи қўшиш, ёки ташқи муҳит шароити орқали бошқариш мумкин.

Қотишнинг дастлабки вақтида цемент сув билан самарали таъсирлашади. Сўнгра бу таъсирлашув секинлашади.

Цементнинг физик-кимёвий таркиби ва ҳароратга кўра қотиш 40-120 минут давом этиши мумкин. Бу вақтда цементли эритма хоссаларига кўра пластик массага яқин бўлади. Цемент доналари юзасида мусбат зарядланган зарралар қобиғи ҳосил бўлади ва улар бир-биридан узоклашади. Бунга кўра эритмада цемент дончалари шундай тарқаладики, улар орасида ўзаро тортиш кучи пайдо бўлади.

Цемент дончаларининг ўткир қирраларида электростатик заряд зичлиги кам. Шунга кўра итарилиш кучи кам тузилмада коагуляцион структура ҳосил бўлади. Боғловчиларнинг структураланиш жараёни 3 босқичда боради. 1-босқич натижасида гидратланган хоссалар ва зарраларнинг коагуляцион структураси ҳосил бўлади. Бу пайтда структуранинг пластик мустаҳкамлиги

кам бўлади. 2 - босқичда 4 кальцийли алюмоферитнинг кристаллизацион структураси ҳосил бўлиши ва ўсиши билан ҳарактерланади. Бунда заррачалар юзаси катталашади ва улар орасида молекуляр боғланиши ҳосил бўлади. Бу босқич структура мустаҳкамлиги билан ҳарактерланади.

Биринчи босқичдаги структуранинг бузилиши салбий оқибатларга олиб келмайди, аммо иккинчи босқичда ҳосил бўлишга улгурган кристалл қатламнинг бузилиши мустаҳкамликни тезда пасайтиради.

Қотиш жараёнига ҳарорат ва босим сезиларли таъсир кўрсатади. Бунда аввало гидратланиш тезлашади, қаттиқ моддаларнинг суяқ фазада эрувчанлиги ўзгаради, цементлар, шлаклар ва бошқа боғловчилар гидратланиш маҳсулотининг фазовий таркиби ўзгаради.

14.3. Ҳарорат ва босимнинг тампонаж тузумлар тузилиш механик хоссаларига таъсири

Ҳарорат ва босимнинг тампонаж тузумлар тузилиш механик хоссаларига таъсири боғловчининг табиати ва тузумга кимёвий ишлов бериш ҳарактерига боғлиқ.

Гидравлик босим, эриши, қаттиқ фазасини дисперсияланиш жараёнининг тезлашишига сезиларли таъсир этади. Хажм бирлигидаги заррачалар сони ортади ва ўз навбатида коагуляцион боғланиш ортади.

Бир қанча вақт ўтгандан кейин боғловчининг қотишда тизим фақат сув билан агрегирланган зарралар билан эмас, балки ялпи тузилмали зарралар билан таъсирлашади, эрувчанлигига, суяқ фаза миқдорига, тузум ҳарорати ва бошқа фаоллиятларга боғлиқдир.

Тизим қотишнинг бошланғич даврида юқори дисперс маҳсулотларнинг жамғирилиши юқори тезликда бўлади, механик мустаҳкамлик асосан янги тузилма миқдори билан аниқланади, бу вақтга келган янги тузилмалар асосан гелъ кўринишида бўлади. Шу билан бир қаторда, гелнинг "қариш" жараёни амалга ошади. Бунда заррачалар йириклашади, шу тариқа боғлаш хоссалари

заррачаларнинг ўзаро тўқнашув нуқталарининг камайиши натижасида ёмонлашади. Лекин, умуман олганда, тизим мустаҳкамлиги кучайиб боради, чунки боғловчи хоссаларининг дисперсияли сусайиши юқори даражада гидрат бирикмаларнинг қўшимча миқдорда ҳосил бўлиши билан компенсациялашади.

Лекин вақт ўтиши билан боғловчи билан сув ўртасидаги ўзаро таъсир камайиб боради, масалан, гидратация маҳсулотларидан экраниланган плёнка ҳосил бўлиши натижасида. Бу вақтда янги тузилма заррачаларининг жами юзасининг аҳамияти заррачаларнинг йириклашуви натижасида камайиб боради ва максимумдан ўтади. Бир вақтнинг ўзида янги тузилмаларнинг боғловчилик хоссаси камаяди. Бу қотувчи тизим мустаҳкамлигининг камайишига олиб келади. Бундай жараёнлар у ёки бу боғловчининг гидратациясининг якунида кузатилади дастлабки материалларнинг тўла ёки қисман сарфланиши билан ҳарактерланади.

Боғловчининг сув билан ўзаро таъсирининг боғланиши вақти бир қанча сабабларга боғлиқ. Буларнинг асосийлари: дисперсиялиги, суяқ фазада янги тузилманинг эриш даражаси, унинг мавжудлиги, қотувчи тизимнинг ҳарорати. Бу вақтда тизим мустаҳкамлигининг максимал кўрсаткичларига эришади ва сувсизланади. Шундай қилиб, цемент тошнинг шаклланиши қуйидаги омилларга боғлиқ:

1. Боғловчи модданинг сув билан аралашмасининг хажми бирлигидаги хоссаси ва мазмуни.
2. Боғловчининг гидратирланмаган ва гидратли янги тузилманинг қотувчи тизимидаги хажмининг мазмуни.
3. Гидрат янги тузилмаларнинг заррачаларининг хоссалари.
4. Гидратация тезлиги, муҳит ҳарактери, сув билан боғловчи аралашманинг ҳарорати.
5. Қотувчи аралашма таркибидаги турли қўшимчаларнинг мавжудлиги.

15-боб. Автоклав ишловида қотувчи цементлар

Бу усул нормал ҳароратда секин қотувчи буюмларни қотишини тезлаштирувчи интенсив усул деб ҳисобланади. Масалан, оҳак ва кварц қуми аралашмасининг эффектив қотиши. Бу усул билан асосий компоненти саноат чиқинди бўлмиш — металлург шлаклар, нефелин шлаклар, ёнилғи куллари магнезиал жинслар, гил моддалари асосидаги бетонларни ишлаб чиқариш мумкин. Автоклав ишлови таркибида кварц қуми бўлган портландцемент, шлакпортландцемент ёки пуццолон цементни ҳам қотишини тезлаштиради. Оҳак — кремнеземли қоришмаларини буглатилганда асосий кимёвий реакцияларнинг бири бу SiO_2 ва CaO билан таъсирлашуви натижасида $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ларни ҳосил бўлиши. Бу реакцияни тезлаштириш учун кальций гидросиликатлари қўшимчаларини қўшиш мумкин. Бу реакциянинг тезлиги кварц қумини майдалик даражасига ва хом — ашёвий қоришманинг таркибига боғлиқ; шунинг учун қумнинг бир қисмини олдидайдан майдаланади унинг миқдори фаол CaO миқдорига тенг бўлиши керак, чунки кимёвий реакциянинг асосий маҳсулоти $\text{CSH}(\text{B})$ бўлиб, унда C:S ўртача 1га тенг. Автоклав ишловида ўтадиган жараёнларни кимёвий тушунишда асосий, бу юқори ҳароратларнинг таъсири улар кварцни дисперс фракциялари эрувчанлигининг кўпайишини таъминлайди ва оҳак билан таъсирлашувни тезлаштиради. Маълумки, сув ҳарорати кўтарилганда оҳакнинг эрувчанлиги тушади, кремнеземни эрувчанлиги бўйича $170\text{--}180^\circ\text{C}$ ҳароратда кварц оҳакка йўл бермайди, 200°C да эса хатто устунлик қилади. Натижада кремнезем оҳак билан таъсирлашувида қоришмадан юқори дисперс ҳолатда кальций гидросиликат ажралиб чиқади:



Қоришмадаги оҳак концентрациясида биринчи юқори асосли кальций гидросиликат $\text{C}_2\text{SH}(\text{A})$ ҳосил бўлади. Оҳакнинг концентрацияси камайган сари, кремнекислота миқдори кўпаяди ва юқори асосли гидросиликатни бўлиниши бошланади, асосли толасимон кальций гидросиликатларни $\text{CSH}(\text{B})$ ҳосил бўлиши кузатилади. Иссиқлик ишлови давомида тоберморит, ксонатлит ҳосил бўлади. Натижада кристалл синч ҳосил бўлади, ва у аста — секин янги ҳосил бўлувчи гидрат маҳсулотлари билан ўралади. Ҳосил бўлаётган кальций гидросиликатлар қўшни йирик заррачаларни асосий миқдорини монолитга боғлайди, ва улар асосида тайёрланган буюмларни сиқилишга бўлган мустаҳкамлиги $150\text{--}200 \text{ кг/см}^2$, алоҳида ходисаларда — 400 кг/см^2 тенг бўлади. Цемент тошида тоберморитни юқори миқдори силикат буюмларнинг мустаҳкамлигини ва совуққа чидамлилигини пасайтиради. Автоклав ишлови усули билан цемент қумли қоришмалар, оҳак белитли боғловчилар ишлаб чиқариши мумкин. Нефелин цементи таркиби қуритилган нефелин (белитли) шлам — 85% , оҳак — 15% , гипс — 5% . Нефелин шлам — нефелин глинозем ишлаб чиқарилаётганда ҳосил бўладиган иккиламчи маҳсулот. Кимёвий таркиби бўйича шлакпортландцемент клинкери ва домна шлак орасида оралиқ моддани эгаллайди ва ишқорлар миқдори ($2,5\text{X}$ гача). Нефелин шлакини асосий минерали — C_2S кам миқдорда кальций феррит, алюминат ва бошқалар. Нефелин боғловчининг хоссалари ундаги $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ лар миқдори билан ифодаланади. Бу боғловчи сунъий фаол минерал қўшимчалар гуруҳига киради, унда ишқорий оксидларни миқдори $\text{R}_2\text{O} = 2,5\%$ дан ошмаслиги керак, сувда эрийдиган $\text{R}_2\text{O} = 0,5\%$ дан кўп эмас. Нефелин боғловчининг ишлаб чиқариш технологияси қуйидагилардан иборат: нефелин шлак $20\text{--}25\%$ намликка эга шунинг учун уни $1\text{--}2\%$ намликка эга бўлгунча $400\text{--}500^\circ\text{C}$ ҳароратда қуритиш барабанида қуритилади, бу ҳароратдан юқори. Қуритилган ҳароратда қуритиш фаоллигига салбий таъсир кўрсатади. Шлак, оҳак ва гипс биргаликда тегирмонда №008 элакда қолдиғи $10\text{--}15\%$ қолгунча туюлади.

Мустаҳкамлиги: эгилишга $50-60 \text{ кг/см}^2$, сиқилишига $200-400 \text{ кг/см}^2$. Бу боғловчи модда асосида автоклавларда буг таъсирида ишлов бериладиган бетон буюмлар тайёрлашда қўлланади.

16-боб. Цемент – кулли аралашмалар.

Синтетик C_3S гидратланиш маҳсулотларининг таркиби автоклав ишловни шароитларида ҳароратга боғлиқ $175-200^\circ\text{C}$ да $\text{Ca}(\text{OH})_2$ билан бир қаторда C_2SH (A), C_2SH (C) ва C_3SH_2 қотиш шароитига қараб ҳосил бўлади. $160-250^\circ\text{C}$ C_2S гидратланиши натижасида $\text{C}_2\text{SH}(\text{C})$ юзага келади. C_3A ни 215°C ҳароратдан паст ҳолатда гидратланиши C_3AH_6 ни ҳосил қилади, $\text{C}_4\text{AF} - 250^\circ\text{C}$ дан паст ҳароратда гидратланиши қаттиқ $\text{C}_3(\text{AF})\text{H}_6$ қоришманинг ҳосил бўлиши билан ўтади. Портландцемент таркибидаги клинкер фазаларини гидратланиши ҳароратга, дисперслигига, клинкерни совутиш ҳарактерига боғлиқ.

Нормал ҳароратда ҳам, автоклав ишловида ҳам гидратланувчи клинкер фазалар бир-бирига таъсир кўрсатади масалан - C_2S ва C_{21}AF буглатилганда бошқа компонентларга нисбатан мустаҳкамлиги баланд. Цемент – кумли аралашмалари буглатиш шароитларида C_3H ва $\text{C}_2\text{SCSH}(\text{B})$ ҳосил бўлади, ва у ҳамда $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ни гидратланиши ҳароратга, дисперслигига, клинкерни совутиш ҳарактерига боғлиқ. Нормал ҳароратда ҳам, автоклав ишловида ҳам гидратланувчи клинкер фазалар бир-бирига таъсир кўрсатади. Масалан, $\beta\text{-C}_2\text{S}$, C_4AF буглатилганда бошқа компонентларга нисбатан мустаҳкамлиги баланд. Цемент кумли аралашмаларни буглатиш шароитларида C_3H ва $\beta\text{-C}_2\text{S}$ дан $\text{CSH}(\text{B})$ ҳосил бўлади ва у $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ни кварц кули билан кимёвий таъсирлашуви натижасида ҳам ҳосил бўлади. Кварц кулини C_3A ва C_4AF билан таъсирлашуви асосан гидрогранатларни ҳосил бўлишига олиб келади. Кварц кулини миқдорининг ўрнатилиши клинкернинг кимёвий минералогик таркибига боғлиқ. Энг самарадорлик клинкерлар бу алитли паст алюминатли клинкерлар. Цемент кули қоришмаларидан

автоклавишловин билан бетонларни ишлаб чиқишида нафақат цемент иқтисод қилинади, хатто юқори мустаҳкамликка эга бўлган қурилиш буюмлари олиш мумкин.

17-боб. Микротўлдиргичли портландцемент

Кулли портландцементни $50-60$ йил олдин ишлатилган, аммо ишлаб чиқариш ривожланмаган. Майдаланган тўлдирувчи қўшимчаларга қуйидагилар киради: кварц, доломит кумлар, грануланмаган домна шлаклар, оҳактош, оҳактош-магнезиал жинслар, лёслар, бархан кумлари. Микротўлдиргични, қуйидагича ишлатиш мумкин:

1. Бетонни қоришмаси таркибига майдаланган микротўлдиргич киритилади.
2. Цемент ва микротўлдиргич алоҳида майдаланади, цемент корхонасида аралаштирилади ёки ишлатишдан олдин.
3. Микротўлдиргич, гипс цемент клинкери биргаликда туйилади.
4. Босқичма-босқич туйишда бир тегирмонда гипс ва цемент клинкери туйилади. Туйилган кукунсимон аралашма иккинчи тегирмонда микротўлдиргич билан туйилади.

Портландцементга минерал қўшимчалар билан бирга $10-15\%$ дан ортиқ бўлмаган миқдорда актив минерал қўшимчалар ҳам киритиш мумкин.

Кўп тадқиқот ишлари натижасида шу нарса аниқландики, оддий ҳароратда клинкерга $10-25\%$ гача ўта туйилган кам фаол қўшимчалар қўшилса зич цемент ва бетонлар ишлаб чиқариш мумкин, ва улар чўкиш ва шишиш деформацияси, агрессив сувлар таъсирига чидамли бўладилар. Бетонларни узоқ вақт давомида қотганда $40-60 \text{ мкм}$ ўлчамдаги клинкер заррачалари тўлиқ гидратланмайди ва цемент тошида микротўлдиргич ролини бажаради.

Автоклав бетон буюмларга кремнийли қўшимчаларни қўшилса, клинкер минераллари ва қўшимчалар орасида кимёвий таъсирлашуви натижасида

CSH (B), ва бошқа гидросиликат маҳсулотлари юзага келади. Минерал қўшимчалар сифатида қуйидагиларни киритиш мумкин: домна ва электротермофосфор шлаклари: кулли – шлакли чиқиндилар, таркибида 40% миқдорда бўлган кварцли қум 3% дан ортиқ бўлмаган гилли, балчикли, 6% дан кам ишқорлари бўлган электрофилтрлар чанги, таркибида 65% дан кам бўлмаган $\text{CaSO}_4 - 2\text{H}_2\text{O}$ ли гипс тош.

Паст маркали коришмалар учун қуйидаги таркибли боғловчилар тавсия этилади: 40% дан кам бўлмаган клинкер, 60% дан ортиқ бўлмаган қўшимча ёки оҳақтош, 30% дан ортиқ бўлмаган клинкер, 20% дан кам ва 30% дан ортиқ бўлмаган актив минерал қўшимча, 50% дан ортиқ бўлмаган кварцли қум ёки оҳақтош 40% дан кам бўлмаган клинкер, 2% дан ортиқ бўлмаган АМК, 70% дан ортиқ бўлмаган кулли – шлакли чиқиндилар.

Клинкер 10%дан кам эмас, домна ёки электротермофосфор шлак 70%дан куп эмас, актив минерал қўшимча 20% кам эмас – 30% куп эмас. Бу цементларнинг сифатини яхшилаш учун пластифицировчи, гидрофоб қўшимчалар киритиш рухсат этилади. Микротўлдиригчи цементларни тутиб қолиш муддатлари: бошланиши – 45 мин. олдин эмас, охири 15 соатдан кеч эмас. Майдалик кўрсаткичи № 008, элакда қолдиғи 10-12%, сатҳи юзаси $2500-3500 \text{ см}^2/2$ билан ифодаланади. Мустаҳкамлиги 28 суткадан кейин $17-18 \text{ л/см}^2$, сиқилишга – $15-16 \text{ МПа}$ ни ташкил этади.

Кўп тадқиқотлар шунини кўрсатадики портландцемент қуқунини кварц қуми билан сатҳи юзаси $2500-3000 \text{ см}^2/2$ гача туйилганда, қум заррчалари майдаловчи моддалар ролини бажаради ва клинкер заррчалари ингичка фракцияларга ўтишини таъминлайди, улар эса сув билан қотишни қисқа муддатда таъсирлашув қобилиятига эга бўладилар.

Бу усулда 25-35% қум таркибли кулли портландцемент нормал шароитда қотишида портландцемент эга бўлган мустаҳкамликка эришади. Маҳаллий $1200-2200 \text{ см}^2/2$ сатҳи юзали бархан кулини портландцемент миқдоридан 15% ни қўшса, бу ҳолда ҳам портландцемент

мустаҳкамлигини сақлаб қолади. Бу цементларни бир нечта турлари мавжуд.

Қумли портландцемент таркибида 20% кварц қуми, 35% гипс ва клинкердан иборат. Ҳамма компонентларни биргаликда майдаланади ва асбестоцемент варақлар ишлаб чиқариш учун мўлжалланади. Кулли цемент 8 соат давомида 9 АТМда автоклав ишлови жараёнида гидратланиши натижасида $\text{Ca}(\text{OH})_2$ нафақат қум билан, балки қисман асбест толалари билан кимёвий реакцияга киришади. Нормал шароитда қумли цемент гидратланишида кам иссиқлик ажратади.

Карбонатли портландцемент: бу цемент ишлаб чиқаришда юқори гил тупроқли клинкер қўлланади. Унинг таркиби цемент клинкери 67-70%; 30%, оҳақтош 3% гипсдан иборат. Карбонат жинсларни кристалл тузилишини ва зичлигини ҳамда MgCO_3 миқдори бу цементларнинг хоссаларига таъсир этмайди.

Уч компонентли пуццолон портландцемент таркиби цемент клинкери 50-55%; 25-30%, глиежли 20-25% кварц қумидан ва 5% гача гипсдан иборат. Икки усул билан ишлаб чиқариш мумкин: биринчиси – ҳамма компонентлар биргаликда туйилади; иккинчиси – клинкер, қум ва гипс биргаликда туйилади, бетон қориштиригичга бевосита сувда ивитилган трепел қўшилади. Бунақа цемент йирик гидротехник иншоотлар қуришда ишлатилади, мустаҳкамлиги паст бўлгани билан, цемент чўкиш ва шишиш шаклсизланишига мойиллиги камроқ, иссиқлик кам ажратади, сувга талабчанлиги кам.

17.1. Бархан қумини микротўлдиригич сифатида қўлланиши

Цементнинг қотишида пайдо бўладиган ички кучланишини релаксация усули бу микротўлдиригични киритиши. Микротўлдиригич заррчалари цемент заррчалари билан контакт, кластер тузилиш ҳосил бўлишида фаол иштирок этади, бу эса ўз навбатида алоҳида кластерларни хажмий

деформацияларининг даражасини ва цемент тўлдиргич чегарасидаги кучланишни пасайишига кўмаклашади.

Микротўлдиргич нафақат боғловчини сарфини иқтисод этади, балки цемент тошини зичлигини ва мустаҳкамлигини оширади. Микротўлдиргичли бетонлар композицион қурилиш моддалари бўлиб уларни хоссаларини ва тузилишини оптималлаштиришни В.И. Соломатовнинг политузилиш назариясига кўра ўрганиш мақсадга мувофиқдир. Композит типидagi тузилишида макро ва микро даражалар ажратилади, уларнинг тузилишини ҳосил бўлишини физик-механик жараёнлар бўйича сифатли ажратилади. Бу нафақат физик-кимёвий жараёнлар ҳисобига, балки алоҳида компонентлар ва тузилишларни физик-механик таъсирлашуви ҳисобига микротўлдиргичли цемент тошини мустаҳкамлиги заррачалар ва уларни дисперслилиги орасидаги масофани нисбати билан аниқланади, яъни тўлдиргичлардаги заррачалар ўлчам ва концентрацияси бўйича оптимал бўлиши керак. В.И.Соломатов фикрича, катта дисперсли майдаланган кумда кўп миқдорда ҳаволи говакликлар мавжуд, улар цемент тошининг мустаҳкамлигини пасайтиради. Дисперсликни $2000 \text{ см}^2/2$ дан юқори кўтарилса, техник эффект бермайди ҳамда энергия маблағи кўп сарфланади. Ўрта Осиё республикалари ҳудудида бархан кумлар захиралари кўп бўлгани учун уларни микротўлдиргич сифатида ишлатиш йўллари кўрилиб чиқилди. Уларни кимёвий ва минерологик таркиблари жадвалда келтирилган.

Бархан кумини минералогик ва кимёвий таркиби

8-жадвал

Материаллар	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MnO	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	CO ₂	SO ₃	H ₂ O	h.p.h	Σ
Бархан кумлар	67,74	2,51	1,08	0,54	0,08	сл	9,6	7,56	0,50	2,16	1,72	5,24	н/о	0,12	-	0,6499,49

	Кварц	Полевой шпат	Силик жинс	Хлорит	Бютит	Карбонатлик %	Нархи
Бархан куми	58,9	13,8	18,2	2,9	6,2	12,0	100,0

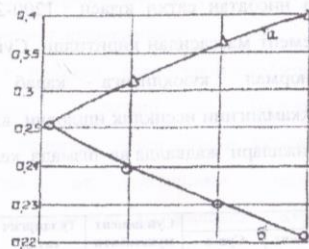
Уларнинг цементга нисбатан сатҳи юзаси $1200-2200 \text{ см}^2/2$ оралиқда, 20,30,40% миқдорда цемент массасидан киритилди. Сув цемент нисбатини цемент ҳамирини нормал куюқлигига қараб ўрнатилди. Цемент намуналарининг мустаҳкамлигини иссиқлик ишловчи ва 28 суткадан кейин аниқланди. Таҳлил натижалари жадвалда ва чизмада келтирилган.

9-жадвал

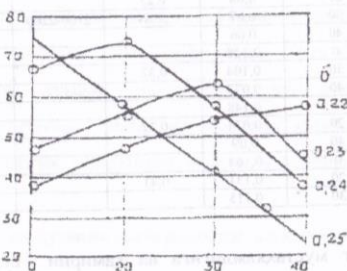
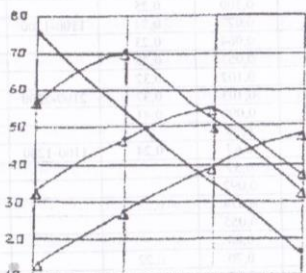
Таркиблар			Сув цемент муносибати	Тўлдиргич сатҳи юзаси $\text{см}^2/2$	Мустаҳкамлиги	
Цемент	Тўлдиргич массаси %	Сув л.			Иссиқлик ишловидан кейин	28 сут.норм. қотишидан кейин
0.400	0	0,100	0,25		75,0	90,0
0.320	20	0,077	0,24	1100-1200	73,0	100,2
0.280	30	0,064	0,23		65,3	90,3
0.240	40	0,053	0,22		57,0	79,16
0.320	20	0,102	0,32		70,0	97,2
0.280	30	0,103	0,37	2100-2200	55,0	76,4
0.240	40	0,098	0,41		48,0	66,6
0.400	0	0,96			60,0	
0.280	30	0,67	0,24	1100-1200	40,0	
0.240	40	0,57			23,0	
0.400	0	0,092			47,0	
0.320	20	0,074	0,23		55,0	
0.240	40	0,055			42,0	
0.400	0	0,88			38,0	
0.320	20	0,70	0,22		47,0	
0.280	30	0,67			53,0	
0.320	20	0,08	0,25		53,0	
0.280	30	0,07		2100-2200	35,0	
0.240	40	0,06			15,0	
0.400	0	0,128			55,0	
0.280	30	0,104	0,32		43,0	
0.240	40	0,077			33,0	
0.400	0	0,148			33,0	
0.320	20	0,074	0,37		78,0	
0.240	40	0,09			37,0	
0.400	0	0,164			19,0	
0.320	20	0,131	0,41		27,0	
0.280	30	0,115			40,0	

Цемент тошининг мустаҳкамлигига ва ҳамирни сув талабчанлигига микротўлдиргичнинг таъсири

Сув цемент нисбати, С/Ц



Силы давления мустаҳкамлиги, R сикилиш МПа / С/Ц-const



10-чизма. Цемент тошининг мустаҳкамлигига ва ҳамири сув талабчанлигига микроўлдиргичнинг таъсири (ЦХНК const)

а-ўлдиргич сатҳи юзаси, S- 2000 см²/г, б-ўлдиргич сатҳи юзаси, S- 1200 см²/г,

Жадвалдаги ва расмдаги натижаларни таҳлили шуни кўрсатадики ўлдиргич сатҳи юзаси 1100-1200 см²/г бўлганда, сув цемент нисбатини пасайиши кузатилди, 2100-2200 см²/г да эса кўпайди. Бу қоришмани юқори ёпишқоқлиги муносабати туфайли майда туйилган моддаларни кўп сув сарфини талаб қилиш билан тушунтирилади. Графикдан шу келиб чиқадики, ҳар бир таркибли қоришма ўзининг дисперслигидан қатъий назар максимал мустаҳкамлиги ўзини сув цемент нисбатига мослигига эга бўлади. Микроўлдиргични 30% дан ва бундан ортиқ миқдорда киритилиши цемент мустаҳкамлигини пасайтиради. Шунинг учун цемент мустаҳкамлигини сақлаб қолиш учун микроўлдиргични боғловчи массасидан 20% миқдорда 1100-1200 см²/г сатҳи юзасида киритилиши етарли деб ҳисобланади. Таркибида 20% микроўлдиргичли боғловчига қўшимча суперпластификатор С-3 ни таъсирини ўрганиш учун 0,2-0,8% боғловчи массасидан қўшилди. Намуналарнинг мустаҳкамлиги 28 сут нормал шароитда қотишида ва иссиқлик ишловидан сўнг синалди. Синов натижалари жадвалда келтирилган.

Суперпластификатор С-3ни боғловчини (микроўлдиргич) с/ц нисбатига ва мустаҳкамлигига таъсири нисбати

10-жадвал

Суперпластификатор С-3, %	Сув, цемент	МПа мустаҳкамлиги	
		Иссиқ ишловдан сўнг	28 сут.қотиши
0.2	0.23	76.5	103.4
0.3	0.22	78.5	109.3
0.4	0.21	81.6	113.7
0.5	0.20	88.7	123.5
0.6	0.195	91.3	130.5
0.7	0.19	94.6	135.2
0.8	0.185	97.3	139.0

Ўтказилган синов натижалари шуни кўрсатадики, қўшимчани пластифицирлаш эффекти 0,5% миқдорда цемент массасидан, сув цемент

нисбати 0,20 гача пасаяди. Микротўлдиргични ва суперпластификаторни С-3ни цементни қотиш жараёнига таъсирини ўрганиш учун таркибда 20% микротўлдиргичли, 0,5% цемент массасидан қўшимча таркибли қоришма олинади.

17.2. Микротўлдиргич (бархан куми) ва суперпластификатор – С-3ни цементнинг қотиш жараёнига таъсири

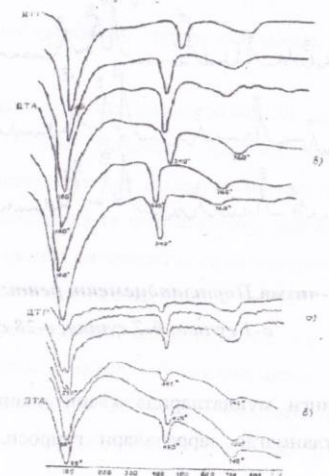
Цементли қоришмага ўта тўйилган кумни киритилиши реакциясининг янги кристалл маҳсулотларини ташкил қилмайди, лекин бу қоришмадан тайёрланган намуналарнинг мустаҳкамлиги қўшимчасиз портландцементли намуналарнинг мустаҳкамлигидан ортади, чунки тўйилган кум $\text{Ca}(\text{OH})_2$ билан кальций гидросиликат ҳосил қилиб таъсирлайди. Гидратация жараёни кинетикасини гидратли янги маҳсулотлардан ҳосил бўлувчи пленкалар сезиларли ўзгартиради. Бунда янги маҳсулотларнинг ҳажми амалда кўпаймайди, гидратация пленкасининг қалинлиги ўсган сари тўхтайтиди ва боғловчини реакцияга кирмаган заррачаларини кўпроқ миқдори сақланади. Боғловчини тўлиқ сарфланишига ҳар хил қўшимчаларни ва гидратлар учун чалғитувчи моддалар киритиш билан эришиш мумкин, улар боғловчи заррачаларда пленкалар ҳосил қиладилар. Цементни гидратланиш жараёнини секинлаштирган сари кальций гидросиликат кристалллари узун толасимон кўринишда ўсади.

Агарда толалар ғовакларни тўлиқ беркитса, максимал мустаҳкамликка эришган бўлади. Гидратланишда кальций ионларини сунъий концентрациясини камайтирилса, С-S-H кўринишидаги кристаллларини интенсив ўсишига олиб келади, уни кристаллланишига ўта майдаланган кварц қўшилиши кўмаклашади. Майдаланган бархан кумини цемент микротўлдиргич (бархан куми) тизимида тузилиши ҳосил бўлиш жараёнига таъсирини ўрганиш учун қўшимчасиз портланд цемент ва 20%

микротўлдиргичли портландцемент қоришмасидан намуналар тайёрланади. Намуналар 1,7,28 суткада нормал шароитда қотади ва рентгенографик, термик таҳлиллар ўтказилади. Цементларни асосий минераллари – алит ва белит, улар гидратланиб паст – юқори асосли гидросиликатлар ҳосил қилади, алюмотаркибли C_3A , CSA минераллар тез гидратланади ва цемент тошини бирламчи синчини яратадилар. Цемент тошини термограммалари қуйидаги эндоэффектларга эга:

- а) 180°C – гидратацияни гелсимон маҳсулотларидан адсорбция, кальций, гидросульфалюминатлардан кристалл гидратли сувни чиқиб кетиши 510°C – $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ни сувни йўқотиши, 760°C – CaCO_3 ни бўлиниши;
- б) 95°C – 100°C – 440°C – 740°C – бу эффектлар микротўлдиргичнинг ҳаракатини цементни гидратланиш жараёнини секинлаштирувчи сифатида ифодалайди.

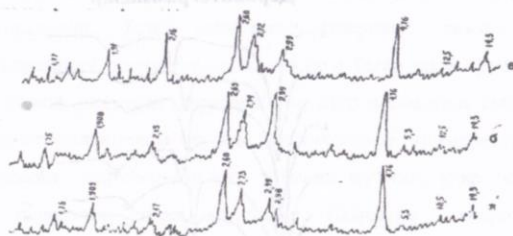
Деривитограммалар



А) цемент тошини термограммалари

Б) цемент тўлдиргичли композицияларни термограммалари

Цемент ва цемент микротўлдиргич таркибли қоришмаларни рентгенограммаларини (11-чизма) таҳлили қотишини биринчи суткасида цемент гидратланишини маҳсулотлари бу CSH(B) , C_2SH $d = 12,5 \text{ \AA}$ – Ca(OH)_2 $d = 4,76 \text{ \AA}$, гидратланган заррачалар $d = 1,477 \text{ \AA}$ $\text{C}_3\text{Sd} = 1,770$, $2,60 \text{ \AA}$ кўринишидаги гидромаҳсулотлар ҳосил бўлади. Цемент микротўлдиргич рентгенограммасида ҳар хил интенсивлигидаги кварцнинг диффракцион чизигини пайдо бўлиши $d = 4,24$; $3,34$; $2,40$; $2,28$; $2,09 \text{ \AA}$ уни бархан қумида борлигини тушунтирилади, $d = 4,9$; $9,11$; $2,62$; $2,43$; $1,93$; $1,79 \text{ \AA}$ чизиклар Ca(OH)_2 ни ҳосил бўлиши кузатилади ва тоберморит қаторидаги гидросиликат бирикмалар $d = 1,4 \text{ \AA}$ дан $9,3 \text{ \AA}$ гача, эттринит $d = 9,73$; $8,86$; $5,61$; $4,99 \text{ \AA}$ ҳам ҳосил бўлиши кузатилади. Алит ва белит - $d = 3,03$; $2,87$; $2,80$; $2,78$; $2,608$; $2,32$; $2,23 \text{ \AA}$ чизиклилар билан акс этилади, $d = 3,03$; $2,80$; $8,3 \text{ \AA}$ чизиклари гидросиликатлар билан ифодаланади.



11-чизма. Портландцемент рентгенограммаси

а-1 сутка, б-7 сутка, в-28 сутка

Қотишни кейинги муддатларида кварц чизикларининг интенсивлиги, клинкерни гидратланмаган заррачалари гидросиликатларни диффракцион акси кўпаяди.

Эттрингитни бошлангич муддатларда интенсив юзага келиши бетонни емирилишга чидамлилигини таъминлайди. Цементтошида гидрат бирикмалар камайиши кузатилади.

Цемент – тўлдиргич бирикмасини рентгенограммаси



а-1 сутка, б-7 сутка, в-28 сутка

Цементдаги боғланган сув миқдори қотишни 28 суткада 21% цемент микротўлдиргичларида 17,8%. Демак, микротўлдиргич гидратланиш жараёнини секинлаштиради, клинкер фондини яратилишига кўмаклашади, қотишни кейинги муддатларида гидратланишни давом эттиришга ёрдам беради. Гидратланувчи цемент ва цемент микротўлдиргичли қоришмаларни ВС-242Е электрон микроскопида тадқиқ этилди.

Цемент тўлдиргичли қоришмани микросуръати 1 суткадаги қотишида игнасимон кристалллар, майда пластинкасимон кристаллларнинг ўсимталари билан тадбиқ этилган, 28 суткада гидросиликатлар аста-секин кўшилади ва бир меъёрга кристалл микротузилишни ҳосил қилади.



а-портланцемент (1, 7, 28 сутка)
б-портланцемент тўлдиргич (1, 7, 28 сутка)
6000 марта катталаштирилган

Суперпластификатор С-3нимикротўлдиргичли боғловчини, гидратланиш жараёнига таъсири

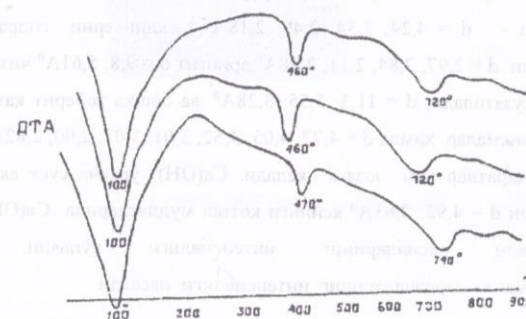
Суперпластификатор С-3ни таъсири микротўлдиргичли боғловчини, гидратланиш жараёнига таъсирини ўрганиш учун цемент-микротўлдиргич С-3 таркибли қоришмадан (0,5% боғловчи массасидан) намуналар тайёрланди ва дифференциал – термик рентген таҳлили ўтказилади. Дифференциал термик таҳлилга кўра (11) 100°C ҳароратида қотишни ҳамма муддатларда адсорбцион сув талофат этилади. 460-470°C – эндоэфект - сув чиқиб кетиши, 720-740°C – декорбонизация жараёнига тааллуқли. Боғланган сув миқдори 1 сут. қотишида 11%га қўлайган, 7 сут. - 13,0%, 28 суткада 14,75%га камайди, яъни гидратланиш жараёнини

бошланғич муддатларда интенсив ўтади, кейин секинлашади бу эса рентгенограммаларда ўз тасдиғини топади.

Цемент микротўлдиргич, суперпластификатор С-3 қоришманинг рентгенограммаси (11)

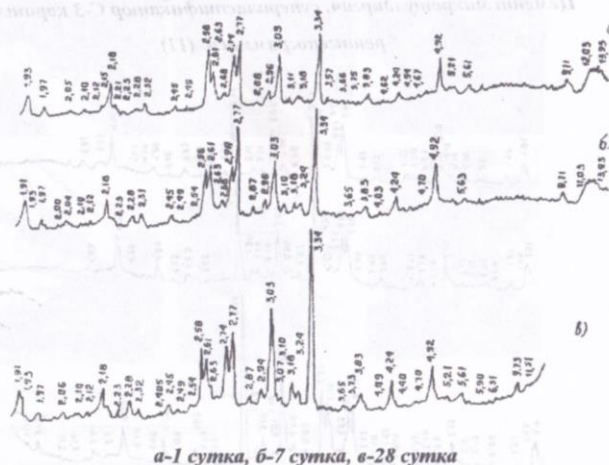


ЦТС-3 таркибли қоришманинг термограммаси (12)



а-1 сутка, б-7 сутка, в-28 сутка

(12)



Цемент тўлдиргичли қоричиманинг микротасвири

Биринчи суткада кварцнинг дифракцион оксилларининг камайиши кузатилади - $d = 4,24; 3,34; 2,49; 2,18 \text{ \AA}$, клинкерни гидратланмаган заррачалари $d = 2,97; 2,84; 2,11; 2,28 \text{ \AA}$ эрингит $d = 9,8; 5,61 \text{ \AA}$ чизиғи пайдо бўлиши кузатилади, $d = 11,3; 3,55; 3,28 \text{ \AA}$ ва бошқа тоберит қаторли кўп гидрат бирикмалар ҳамда $d = 4,77; 4,05; 3,52; 3,01; 3,07; 2,90; 2,82 \text{ \AA}$ ли паст асосли гидратлар ҳам юзага келади. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ўртача сушт акси билан белгиланган $d = 4,92; 2,63 \text{ \AA}$ кейинги қотиш муддатларида $\text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot \text{C}_2 \text{ SH}$ дифракцион оксилларнинг интенсивлиги кўпаяди, аста-секин гидратланмаган заррачаларнинг интенсивлиги пасаяди.

Кварц чизиқларнинг интенсивлиги ўсиб боради, барқарор бўлмаслиги CaO ва SiO_2 ионларнинг нотекис тақсимланиши билан тушунтирилади, аммо қотишни кейинги муддатларида кальций ионлари кварц юзасида фаол реакцион контактлар ва янги гидрат бирикмалар ҳосил қилиши мумкин. Гидросиликатлар кристаллларининг ҳар хил шаклида ва узунлигида (3.3.7-расм)да кўрсатилган қотишни 28 суткасида зич гелисимон масса ҳосил бўлади.

ЦТС таркибли суспензияларнинг микротасвири



a



б



в

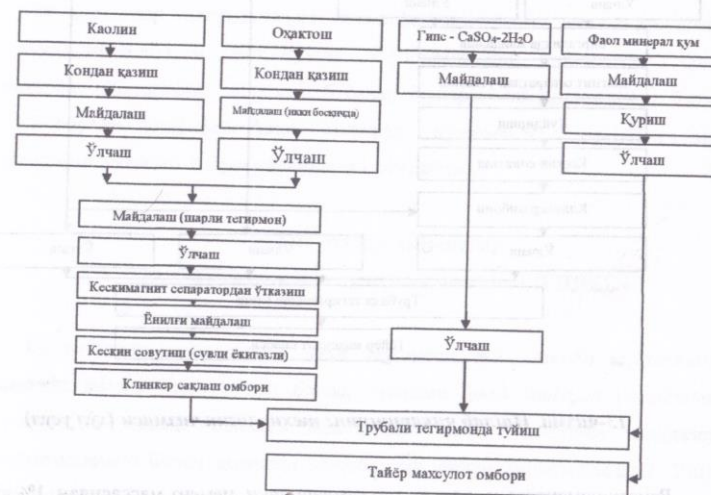
а-1 сутка, б-7 сутка, в-28 сутка

18-боб. Оқ ва рангли цементлар

Бу цементлар энг аввало оқлиги ёки бошқа тиниқ ранглари билан фарқланадилар. Улар таркибига оширилган миқдордаги SiO_2 (23,5-25,5%), Al_2O_3 (5,5-7%) ва оз миқдорда Fe_2O_3 (0,4-0,5%) қўшилган кам темирли клинкердан тайёрланади. Уларни ишлаб чиқариш учун карбонатли ва қум — гилли хом ашёларнинг энг софларидан, хусусан каолин ва унинг саноат чиқиндиларидан фойдаланилади. Оқ цемент учун 0,15% дан кўп бўлмаган рангли цемент учун 0,25% кўп Fe_2O_3 ли оҳактош ёки бўрлар қўлланилади, марганец бирикмалар эса 0,015% дан ва 0,03% дан кўп бўлмаслиги керак, силикат модулини ошириш учун майда заррачали оқ кварц қумлари, кварц қумининг чиқиндилари киритилади. Гил ва кремнезем ашёда Fe_2O_3 ни миқдори 1% дан Fe_2O_3 — 0,8% дан ошмаслиги керак. Хом ашёга темир қўшимчалар киришини олдини олиш учун, уларни темир таркибли моддалардан магнит сепаратор орқали тозалаш керак. Майдаловчи асбоб ускуналар, куйдириши печьлар нометалл моддаларда тайёрланган плиталар билан жихозланган (чинни базальт ва х.к.) хом ашёвий аралашма айланма печь ларда кулсиз (мазут ёки газ) ёнилғида куйдирилади. Куйдирганда ҳосил бўлган суюқ фаза C_3A дан иборат ва у ($1425-1450^\circ\text{C}$) да ҳосил бўлади, $1600-1650^\circ\text{C}$ кам темирли хом ашёвий аралашмада айланма печь ларда куйдирилади.

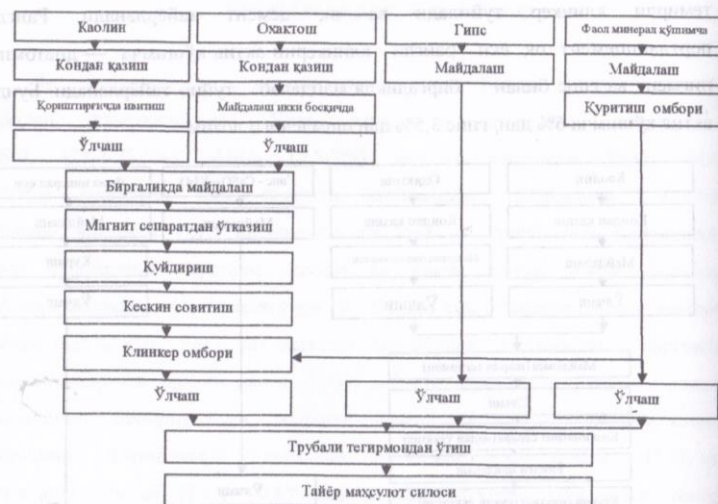
Куйдириш ҳароратини пасайтириш учун минералловчи — ўювчи (плавиков) шпат ёки хом ашёвий массанинг 1% гача миқдорда кремне — фторли натрий қўшилади. Клинкерга оқ ранг киритиш учун уни «оқлайдилар», яъни Fe_2O_3 ни FeO гача тиклайдилар. Оқлашнинг икки усули — сувли ва газлиси қўлланилади. Клинкерни сувли усулда 1300°C дан 300° гача ва газли $1100-1200^\circ\text{C}$ дан 200° гача бирдан кескин совутгичда совутилади. Актив минерал қўшимча — диатомит гипс ва кам

темирли клинкер туйилади ва оқ цемент тайёрланади. Рангли портландцемент оқ ёки рангли клинкерни актив қўшимча — диатомит, пигмент ва гипс билан биргаликда майдалаб туйиб тайёрланади. Бунда актив қўшимча 6% дан, гипс 3,5% дан ошмаслиги лозим.



12-чизма. Ишлаб чиқаришнинг технологик чизмаси (қуруқ усул)

Рангли портландцементларда минерал синтетик ёки табиий бўёвчи пигментларнинг миқдори 15% дан, органик моддаларнинг миқдори 0,3%дан ортмаслиги лозим. Бўёвчи моддалар ёки пигментлар юксак бўёш хусусиятига, ишқорларига (айниқса $\text{Ca}(\text{OH})_2$ га), қуёш нурига атмосфера таъсирига нисбатан юксак бардошликка эга бўлиши лозим. Бу талабларни сариқ ранг берувчи — охра, кизил ранг — сўрик, яшил ранг берувчи — хром оксид, зангори ранг берувчи — кобальт оксиди кондирати.



13-чизма. Ишлаб чиқаришнинг технологик чизмаси (хўл усул)

Рангли цементларда рангли маҳкамлаш учун цемент массасидан 1% кўп бўлмаган кальций стеарит ёки 2% кўп бўлмаган CaCl_2 қўшиш рухсат этилади. Оқ ва рангли цементлар № 008 элакдан 88% дан кам бўлмаган миқдори ўтгунгача майдаланади.

Ушбу цементларни тутиб қолиш ва қотиши оддий цементларга нисбатан секин ўтади. Уларнинг тутиб қолишининг бошланиш вақти 45 мин. олдин эмас, охири эса 10 соатдан кеч эмас, мустаҳкамлик бўйича маркази эса —300,400,500. Оқ ранг ва рангли портландцементларнинг сифати энг аввало оқлиги, ёрқинлиги ва рангининг бир текислиги билан аниқланади.

Оқ цементлар ёруғлик даражасига кўра уч навга бўлинади: олий, БЦ-1, БЦ-2. Ёруғлик коэффициенти олий нав учун: 80%, БЦ-1 учун 76%, БЦ-2 учун 72%. Оқ ва рангли портландцементлар қотишида юқори даражада

кичрайиши, емирилишига бардошлиги ва чидамлилигининг ўзгариши билан характерланади. Кичрайишда юзага келувчи ва бошқа деформациялар уларнинг таркибидаги белит, уч кальцийли алюминат ва турли минерал қўшимчалар билан ортади.

Бу цементлар қотишда юқори чўкиш деформацияга эга, емирилишига совуққа чидамлилиги паст. Чўкиш деформациялари белит, C_3A , фаол минерал қўшимчалар бир хил бўёқлар турлари, миқдори ошиши билан ўсиб боради. Гидрофоб фаол минерал қўшимчалар $\text{Ca}(\text{OH})_2$ га кам эрийдиган кальций гидросиликатларга боғлайди.

19-боб. Махсус цементлар

19.1. Гипс цемент - пуццолон боғловчи (ГЦПБ)

Бу боғловчи ярим сувли гипс (қурилиш ёки юқори мустаҳкам), портландцемент ва у ёки бошқа нордон фаол минерал (пуццолон) қўшимчани қўшиб олинади. Маълумки, гипс боғловчи моддалар портландцемент билан қотишда муқобиллик билан характерланади. Улар сув билан аралашганда олдин интенсив қотишади, аммо 1-3 ойдан кейин шаклсизланишлар пайдо бўлади ва нафақат мустаҳкамлик пасаяди хатто тузум бузилади. Бунини сабабчиси кальций гидросульфалюминатни портландцементни таркибидаги юқори асосли кальций алюминатдан ва сульфат кальцийдан ҳосил бўлган уч сульфатли шаклидир.

А.В.Волженский шогирдлари билан гипс боғловчилар гидравлик хоссаларга эга бўлиши учун илмий изланишлар ўтказди. Натижада гипс боғловчилар ва портландцемент аралашмасига гидравлик қўшимча (фаол кремнеземли) қўшса, унда узоқ вақт ҳаволи ёки сувли муҳитда сақланганда бузувчи деформациясининг мустаҳкамлиги ўсади. Боғловчи қотишда пуццолон қўшимча олдин сувли муҳитда $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ни концентрациясини шундай даражага камайтиради бунда юқори асосли

кальций гидроалюминатларни ($4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) муқобил яшаши бузилади ва уларни мустаҳкам паст асосли бирикмаларга ўтишига муҳит яратилади. Бунда $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ва SiO_2 $\text{CSH}(13)$ ёки $\text{C-S-H}(1)$ кўринишдаги гидросиликатлар беради.

Пуццолон қўшимчалар сифатида одатда трепел, опока, диатомит, фаол вулкон жинслар, куллар, $600\text{--}700^\circ\text{C}$ да куйдирилган гиллар. Бу боғловчи 75-50% ярим сувли гипс, 15-25% портландцемент, активлиги $200\text{ м}^2/\text{г}$ дан кам бўлмаган пуццолон қўшимча (трепел, опока, диатомит)дан таркиб топган. Бу боғловчини ҳамма компонентларини ўлчаб биргаликда қоришма аралаштириб туйилди, бунда қолдиги № 008 элакда 10% қолгунча туйилади ва қурилади. Қурилиш гипси ва 400 маркали портландцемент асосида тайёрланган ГЦПБдан боғловчи сарфи ва бетон қоришмасини ҳаракатчанлигига боғланган ҳолда маркаси 15-20 МПа гача оддий бетонлар олиши мумкин. Уларни юмшатиш коэффициентини 0,6-0,8 га тенг, мустаҳкамлиги 2-3 соатдан сўнг 30-40% ни ташкил этади. Юқори мустаҳкамлиги ГЦПБ асосидаги бетонлар 2-3 соатдан кейин сиқилишига бўлган мустаҳкамлигига 10-12 МПа га 7-15 суткадан кейин нормал қотишида 30-40 МПа га тенг. Қотишни тезлаштириш учун ГЦПБ асосидаги буюмларни 5-8 соат давомида $70\text{--}80^\circ\text{C}$ ҳароратда бўғлатилиши мумкин ва эришилган мустаҳкамлиги якуний мустаҳкамлигидан 70-90% га эришади. Пўлат арматурасини NaNO_2 қўшимчалар ёки махсус қопламлар билан ҳимоялаш мумкин. ГЦПБ асосидаги бетонларни совуққа чидамлилиги боғловчи таркибига, сарфи, тури, бетонларни таркиби ва зичлигига боғланган ҳолда 20-50 циклни ташкил этади. ГЦПБ асосидаги буюмларни кам қаватли бинолар қурилишида, 5-20% полимер қўшиб пардоз ишларида қўлланилади.

Агар грануланган шлаклар бўлса, унда гипсшлак цемент боғловчи тайёрлаш мумкин, унинг таркиби: ярим сувли гипсдан ёки ангидритдан 40-60%, нордон домна шлакдан 30-50%, 5-8% портландцементдан иборат.

Портландцементнинг асосий роли шлакни боғловчи хусусиятини ишқорий фаоллаштирувчилigidир. Юқори асосли домна шлак ишлатилганда $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ни концентрациясини хавфли чегарагача пасайтириш учун пуццолон (10-15%) қўшимча қўшиш зарурдир.

19.2. Қурилиш қоришмалари учун цементлар

Замонавий тош теришда цементли ёки оҳак ва гил таркибли аралаш қоришмалар қўлланади. Қурилиш қоришмалари юқори пластикликка, жойлашишига, сув ушлаш қобилиятига эга бўлиши керак. Тоza цемент қоришмалар юқори мустаҳкамликка эга бўлгани билан бу хоссаларга эга эмас. Улар гишт сувини шимиб олиши натижасида тез қуюқлашади, у билан жипслашишига тўсқинлик қилади, қуриши натижасида микродарзликлар ҳосил қилади. Буни бартараф қилиш учун қўшимча сифатида оҳак ёки пластик гил цемент, қоришма тайёрлаш жойида қўшилади. Ҳозирги замонда бу қўшимчалар ўрнига сирти фаол, ҳаво олиб қирувчи, гидрофоб қўшимчаларни киритиш мақсадга мувофиқ. Улар қоришмаларни сувга, совуққа чидамлилигини, сув ўтказмаслигини оширади. Бир қатор давлатларда ҳар хил таркибли цементлар ишлаб чиқарилади, масалан: клинкер-42%, оҳак-42%, грануланган домна шлакни-13%, гипс-3% цементнинг сатҳи юзаси – $7000\text{ см}^2/2$ га тенг, бошқа цемент таркиби – 50% клинкердан, 50% оҳакдан ва ҳаво олиб қирувчи қўшимчадан иборат сувда эрийдиган ишқорлар – 0,03% дан кўп эмас, ҳавони цементдаги миқдори 12% билан чегараланган, ёки клинкер 30% дан кам эмас, доломитни ёки юқори кальцийлик оҳак миқдори 70% дан кўп эмас, гипс 6% гача киритиш рухсат этилган. Цемент ҳамирини тутиб қолиш муддати 45 минутдан олдин эмас, охири эса 18 соатдан кеч эмас. Бу цементларни сувоқ қоришмалари ва паст маркали бетонлар тайёрлаш учун қўлланади.

19.3. Нурланишдан сақловчи цементлар

Рентген асбобларни нурланишдан ҳимоялаш учун рентген ҳимояловчи цементли бетон ҳамда ҳар хил қалинликда варраклар қўрилишида қўргошин қўлланади. Бетонда тўлдиргич сифатида борит (BaSO_4) хизмат қилади. Стационар ядро реакторларида икки хил ҳимоя кўзда тутилади. Ички қисми, реакторга яқин жойлашган қўргошин графит ва бошқа махсус моддалардан тайёрланади. Ташқи қисми биологик ҳимоялаш учун хизмат қилади ва бетон, темир бетондан тайёрланади. Бетон юқори ҳажмий оғирликка ва цемент тошида гамма, нейтрон нурланишдан ҳимояланган, ичидан юқори кимёвий боғланган сувга эга бўлиши керак. Ундан ташқари юқори зичликка эга бўлишлари керак. Ҳимояловчи бетонларни зарур сифати бу оловга бардошлиги, чунки нурланишни ютишида кўп иссиқлик ажралади ва ҳимояловчи бетонда ҳарорат 700°C ва юқорига кўтарилади. Ҳимояловчи бетон учун цементни кимёвий-минерологик таркиби шундай бўлиши керакки, унинг қотишида кимёвий боғланган сувнинг миқдори кўп бўлган гидратли янги маҳсулотлар шаклланиши керак. Гидратли цемент бирикмалари орасида энг қизиги гидросульфалоюминат кальцийдир, унинг таркибида 45%га етадиган юқори миқдорда кимёвий боғланган сув мавжудлиги билан ифодаланади. У кенгаювчан ва сульфат шлакли цементларнинг асосий компоненти ҳисобланади. Портландцемент таркибидаги барий уни ҳимоялаш хоссаларини яхшилайдиган, цемент тошини бир вақтда оловга бардошлиликни оширади. Барий моноалюминат юқори оловга бардошлик хоссасига эга ва ҳаволи боғловчи модда ҳисобланади.

CaSO_4 қўшилиши цементга гидравлик хусусиятини беради, бу эса уни сувли қотишида мустаҳкамлигини ўсишини таъминлайди. Биологик ҳимоя учун бор таркибли цемент ва бетонлар қўлланади. Цемент таркибига бор бирикмаларни киритиш чегараланган, чунки улар қотиш жараёнларига салбий таъсир кўрсатади, мустаҳкамлигини пасайтиради. Шунинг учун

борни сувда эрийдиган бирикмаларини – табиий бор таркибли жинсни – даломитни – бетонга йирик ва майда тўлдиргич сифатида ишлатилиши керак.

19.4. Иссиққа чидамли бетонлар учун цементлар

Бетон ва темир бетон и конструкциялар ишлатиш жараёнида $200-300^\circ\text{C}$ ва юқори ҳарорат таъсирига дуч келишлари мумкин. Цемент тоши ёнмайдиган материал $1000-1100^\circ\text{C}$ ҳароратгача эрмайди. Аммо $150-200^\circ\text{C}$ ҳароратнинг таъсири сезилади. Қотган портландцемент гилтупроқли цемент ҳар хил турдаги сувга эга: кимёвий боғланган, цемент гели билан адсорбцияланган, капилляр, эркин. Юқори $500-700^\circ\text{C}$ ва баланд ҳароратда, биринчи навбатда гидрат бирикмаларини кальций гидросульфалоюминатларни, кейин гидросиликатларни ва $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ни бўлиниши кузатилади, ҳамда мустаҳкамлик, чўкиш деформациялари ўзгаради. Гидромаҳсулотлардан сувнинг, ҳароратини аниқ интервалида чиқиб кетиши цемент тошини ички тузилишининг бузилишига, массасининг камайишига олиб келади. Шунинг учун оддий цемент асосида тайёрланган бетонларни $250-350^\circ\text{C}$ дан юқори ҳароратда қўлланиши мумкин эмас. Одатда, шу ҳарорат ҳам мустаҳкамлигини тахминан 10% га камайтиради. Намуналарни мустаҳкамлиги $1000-1200^\circ\text{C}$ да қиздирилганда 35-40%га бошланғич мустаҳкамликдан камаёди, намуналарни ҳаво муҳитида иссиқлик ишловидан сўнг $600-800^\circ\text{C}$ да сақланганда мустаҳкамлик CaO ни иккиламчи гидратланиш натижасида пасайиши кузатилади. Бу ҳодисанинг таъсирини камайтириш учун майда туйилган (шамот, туф, трепел, кварц куми ва бошқа) қўшимчаларни киритиш тавсия этилади. Бу қўшимчалар юқори ҳароратларда ($600-1000^\circ\text{C}$ ва юқори) қаттиқ ҳолатда реакцияга киришиб, CaO ни силикатларга, аюминатларга ва бошқа бирикмаларга боғлайди, улар умуман сув билан реакцияга киришмайди ва бу билан цемент тошини бузувчи деформациясини

олдини олади. Цемент тошини 100дан 150-200°C ҳарорат оралиғида қиздирилганда у олдин кенгайди, кейин уни ўлчамлари олдинги (250-300°C) ўлчамларига камайдди, юқори ҳароратларда эса чўкади. Бу тоза цементдан, микротўлдиргичли цементлардан тайёрланган намуналарда кузатилади ва юқори ҳароратда қиздирганда ўн маротаба чўкиш деформациясини камайтишига олиб келади. Аммо бир хил қўшимчалар чўкишини кўпайтиради, қайта қиздирганда 200-900°C ҳарорат оралиғида амалда фақат термик кенгайиш юзага келади ва цемент тоши учун $(8-12) \cdot 10^{-6}$ чегарада тебранади. Шамот, қўл каби микротўлдиргичларнинг масса бўйича 1-2 қисм миқдорда (1 қисм цементга киритилса) термик кенгайиш коэффициентини камайдди $(6-7) \cdot 10^{-6}$ гача олов бардошли бетонлар тайёрлаш учун цементга шамот, хром, магнезит 10% гача қўшилса, олов бардошли кўрсаткичи 1400-1700°C гача кўтарилади. Бу қўшимчалар 600-1000°C ҳароратда СаО билан қаттиқ фазали кимёвий реакцияга киришади, 1200-1300°C да юзага келган суюқ фаза иштирокида давом этади, бу эса бетон тузилишининг зичланишига ва мустаҳкамлигининг ошишига кўмаклашади. Гил-тупроқли цемент ишлатилганда майда тўйилган қўшимча киритилмайди, чунки цемент гидратланишида ҳосил бўладиганнинг $Al(OH)_3$ ва кальций гидроалюминат аста-секин сувсизланади ва бетонни мустаҳкамлиги бу ҳолда кам даражада камайдди. Олов бардошли бетонда боғловчи сифатида барий бирикмалари хизмат қилиши мумкин. Барий ва кальций ортосиликатлари бир қатор қаттиқ эритмалар ҳосил қилади, улар $Ba(OH)_2$ ҳосил қилиб гидратлашади. Кимёвий барқарор бетонлар учун боғловчи бўлиб суюқ шиша ҳам хизмат қилиши мумкин, тўлдиргич сифатида диабаз ва андезит қўлланади. Энг юқори оловга бардошли хоссага таркиби майда тўйилган корунд ва эриган гилтупроқдан иборат юқори гилтупроқли цементлар эгадир.

19.5. Цемент – полимер аралашмалар

Ҳозирги даврда қурилишда мономер ва полимер органик ва ноорганик қўшимчали ҳар хил боғловчи ва бетонлар қўлланилмоқда. Булар цемент тошига махсус хусусиятлар: нефть маҳсулотларига нисбатан ўтказувчанлик эмас, дарзликларга барқарорлиги, иссиқ ва қуруқ муҳитда қотишда мустаҳкамликнинг юқори кўрсаткичига эга бўлиши, зарб берувчи юкланишга ва ишқаланишга қаршилиги кўрсаткичларини беради. Қўшимчаларни эмульсия кўринишида ёки қуқун ҳолатда цемент билан қўшиб киритилади. Боғловчилар қотишида иккита компонент – полимер қўшимча ва боғловчи иштирок этади ҳамда иккита компонентнинг хоссасига ва таркибига боғлиқ натижада бетон ҳар бир компонент хоссасига эга бўлади. Қўшимча сифатида қуйидагилар қўшилади: полимерларни сувли дисперсиялари – латекслар, поливинилацетат, поливинилхлорид эмульсиялар. Булар боғловчилар билан сув ажратиб бўлиниш қобилиятига эга, сув полимер заррачаларни боғлайди, янги маҳсулотлар юзасида ингичка пластик пленкаларга жипслашади ва елимланиши ҳисобига бир-бири билан бирикма ҳосил қилишни кучайтиради. Поливинилацетат эмульсияли цемент тошини қотишида ишқорий муҳит таъсирида уксус кислота тузларини ҳосил қилиб, ПВАни гидролизи бўлиб ўтади, поливинил спирт эса $Ca(OH)_2$ билан реакцияга киришади бунинг гувоҳи $Ca(OH)_2$ миқдори - сувда эрийдиган полимерлар – фенол, карбомид ва бошқаларнинг камайтиши. Булар қиздириш ёки цемент гидратланишида ҳосил бўладиган ишқорий муҳит таъсирида қотаётган цемент тошида қаттиқ эрмайдиган ҳолатга ўтиш қобилиятига эга полимерларни сувли дисперсиялари, бу дисперсияли муҳитда, полимерни майда заррачалари (глобулар) осилувчан ҳолатда бўлишади. Уларни ёпишиб қолишини олдини олиш учун эмульгаторлар қўшиш тавсия этилади. Эмульгаторлар полимерни глобулларини юзасида экранировчи сольват қобиклар ҳосил қилишади, уларга электрик заряд бўйича бир хил

заряд бериб, бир-бири билан ёпишишини олдини олади. Кўп ҳолатларда латекс ва эмульгаторлар глобуллари салбий зарядларга эга. Полимерларни сувли дисперсияларини олдиндан коагуляциясини олдини олиш учун махсус моддалар - стабилизаторлар қўшилади. Улар иккита турда бўлади: сирти актив қўшимчалар ва коллоидлар. Биринчиларга оксиллар (казеин, желатин) сульфокислоталар, тузлар, целлюлозалар киради, иккинчисига ишқорий металлларнинг гидратлари ва тузлари, натрий силикат ва фосфатлар. Стабилизаторларни танлашда уларни полимер цемент структуравий ёпишқоклигига ва пластик мустаҳкамлигига таъсири инобатга олиниши керак. Коллоид стабилизаторлар ёпишқоклигини кўпайтиради, керакли ҳаракатчанлигини қўллаб-қувватлаш учун юқори миқдорда сув бўлиши керак.

Сода, натрий фосфат ва бўра цементи гидратланишини секинлаштиради, поташ ҳамирни тутиб қолишини тезлаштиради. Полимер цемент бирикмаларга латекслар ва бошқа полимерлар 5-20% миқдорда киритилади. Полимер цемент асосида бетон қоришмалар ҳар хил усуллар билан тайёрланади. Биринчи усулда ҳамма компонентлар бир вақтда аралаштиригичларда аралаштирилади, иккинчисида боғловчи тўлдиргичлар билан аралаштирилади сўнг полимерни сувли эмульсияси ва сувнинг миқдори бетон қоришмаси берилган ҳаракатчанлигига эга бўлгунча қўшилади. Усулни танлаш боғловчи модданинг хузурида полимерни сувли дисперсиясини маҳкамлигига боғлиқ. Сувда эрийдиган полимерларнинг ёпишқоклиги сувга нисбатан кўпроқ, уларни қаттиқ ҳолатга ўтказишни кўпроқ қиздириш ёки қотирувчи моддалар киритиб амалга ошириш мумкин, аммо уларнинг баъзилари тузилишининг ҳосил бўлиш жараёнларини қийинлаштиради. Шунинг учун уларни боғловчи массасидан 1 дан 2,5% гача миқдорда қўшилади. Полимер цемент композициялар интенсив равишда ҳаво қуруқ шароитларда қотади, бу ҳолда сувнинг буғланиши натижасида полимер тезда мустаҳкамланади. Нам шароитда

полимер қисми секин мустаҳкамланади ва цемент тошининг мустаҳкамлиги пасаяди. Сувда эрийдиган қўшимчали полимер цемент композицияларининг мустаҳкамланишини иккита бир вақтда ўтадиган жараёнлар натижасида ўтади: минерал боғловчини гидратланиши ва сақичларни полимеризацион қотиши ва уларни эрмайдиган ҳолатга ўтиши карбонид ва эпексид сақич асосидаги бетонлар сувли қотишади мустаҳкамликка тезроқ эришади ва уларни хоссалари полимер қўшимчани турига, миқдорида, стабилизаторга, қотиш шартларига боғлиқ. Полимерларнинг зичлиги 2-2,5 маротаба минерал боғловчиларга нисбатан кам полимер цементларни тутиб қолиш муддатлари полимер қўшимчани миқдори ошган сари секинлашади. Полимер қўшимчалар боғловчиларни чўзилишга, эгилишга бўлган мустаҳкамлигини, зарбга қаршилигини оширади. Полимерцемент боғловчилар ва бетонлар юқори ёпишқоқ эластик, деформатив, иссиқланиш, кимёвий барқарорлик, ҳамма қурилиш моддаларга юқори адгезия хоссалари билан баҳоланади.

19.6. Белитопортландцемент

Белитопортландцемент-гидравлик боғловчи модда, уни портландцемент клинкери ва қурилган белит (нефелин) шламини биргаликда майда тутиб олинади. Шлам миқдори 30-60%, гипс эса 3,0-3,5%.

Минерал нефелин таркиби натрий алюмосиликат – $n((Na, K)_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot mSiO_2)$ дан иборат. Кимёвий таркиби қуйидагилардан иборат: в %:

SiO_2 -29,7-30; Al_2O_3 3,3-3,6; Fe_2O_3 2,6-2,9; CaO -56-57; R_2O 2-2,25;

н.н.п 2,8-3,3.

Минерологик таркиби асосан 80% - β – C_2S дан иборат. Таркибида 50% гача белеит компонентли белитпортландцемент, сувли ва сувли - ҳаволи муҳитда мустаҳкамлиги узок вақт ўсиш қобилиятига эга. Бу цементнинг

асосий жиҳатларидан бири - эгилишга бўлган мустаҳкамликка тез эришиши. Бу цемент маркали - 300,400. Белит компоненти 30% миқдорли цементлар совуққа чидамлилиги, чўкиши ва шишиши бўйича оддий портландцементдан фарқ қилмайди, 5%ли Na_2SO_4 эритмада емирилишга барқарор бўлади.

Сув ўтказмаслик бўйича маркаси W-8, паст иссиқлик ажратади ва юқори термик дарзликка эга. Улкан бетон иншоотларни ички зоналарда ишлатилиши самарадордир.

Сланцкулли портландцемент

Сланцкулли портландцемент – гидравлик боғловчи модда, таркиби портландцемент клинкери ва кукурсит сланцни чангсимон куйдиришидаги учувчи кулидан иборат, уларни биргаликда майда туйиб олишади. Учувчи кул зарарчалари 15 мк тенг, электрофильтрларда чўкиб қолади фаол минерал қўшимча деб ҳисобланади ва гидравлик хоссаларга эга зарарчалари 20-150 мк ўлчамдаги куллар уяли бетонлар, силикат ва бошқа буюмлар ишлаб чиқишда қўлланилади. Кимёвий таркиби куйидагилардан иборат фозис ҳисобида:

SiO_2 30-35; Al_2O_3 10-12; Fe_2O_3 4-5; CaO 28-35; MgO 2,5-3; K_2O 4,5-6,5;

Na_2O 0,1-0,2; SO_3 8-10; CaOAl_2O_3 -1,5

Шишасимон фаза 27-32, эримайдиган қолдиқ 35%. Бу кулларнинг хусусияти – эркин СаОни юқори миқдори. Цементнинг клинкерли қисмини сатҳи юзаси $3500-4000 \text{ см}^2/2$, таркибида 15-25% куллар (сатҳи юзаси $3500 \text{ см}^2/2$) бўлган сланцкулли портландцемент 2-3 суткада қотишида гипсни бутунлай боғлайди, эркин оҳак сўндирилади. Бу цементга туйиш жараёнида гипс қўшилмайди, чунки олтингугурт-ангидрид ҳисобига тутиб қолиш муддатлари шундоқ ҳам нормал. Цементнинг қотиши иссиқлик

ишловида интенсив ўтади, хажми тенг ўзгаради. Совуққа чидамли, чўкиш ва шишиш кўрсаткичлари баланд. Автомобиль йўллари учун бетон қопламалари тайёрлашда қўлланилади.

19.7. Магнезиал портландцемент

Портландцемент клинкерида MgОни миқдори 4-5% гача чегараланган. Магний оксиди клинкернинг ҳар хил фазакларига бор ва унинг хусусиятини бу куйдириш ҳароратига боғлиқ ҳолда ҳар хил тезликда гидратланиши. Каустик (фаол MgO $600-800^\circ\text{C}$ да куйдирилган) 72 соатда тўлиқ гидратланади, периклаз кўринишидаги MgO (1400°C да куйдирилган) 2 йилда 60%га гидратланади, 1500°C – 6 йилда – 70%га. Йирик кристалли периклазни секин гидратланиш жараёни кучланишга ва цемент тошини хажмини нотеисликка олиб келади. Буни олдини олиш учун туйиш жараёнида фаол минерал қўшимча цемент таркибига қўйиш мумкин. Бу цементни сифатини клинкерни эриш зонасидан чиқаётган кескин совитиш билан яхшилаш мумкин, бунда клинкерни шишасимон фазаси СаО га бойитади ва периклаз майда кристаллланади, шу билан бирга гидратланиш катта кучланишсиз ўтади. Кўп йиллик изланишлар шуни кўрсатадики, тоза магнезиал цементда периклазни гидратланмаган кристалллари сақланиб қолган. Шлакли магнезиал портландцемент таркиби 40% домна шлак ва 15% трепелдан иборат, $\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{Na}_2\text{O}$ кристалли мавжудлиги аниқланган. Магнезиал портландцемент секин мустаҳкамликка эришади ва эгилишга бўлган мустаҳкамлиги паст. Магнезиал клинкер фақат шлакли магнезиал портландцемент ишлаб чиқариш учун қўлланилади.

II-бўлим. Гилтупроқли цемент ва унинг асосидаги цементлар

Бу боғловчи оҳактош ва бокситлардан ташкил топган тез қотувчи гидравлик боғловчи модда бўлиб, унинг аралашмаси тобланиши ёки эриш

хароратигача қиздириб, сўнг майдалаб туйиш йўли билан олинади. Асосий оксидлар миқдори куйидаги оралиқларда ўзгаради:

Al_2O_3 30-50%; CaO 35-45%; SiO_2 5-10%; Fe_2O_3 5-15%;

Минерологик таркиби асосан тез қотувчи юқори мустаҳкамликка эга бўлган боғловчилик хоссасини берувчи паст асосли кальций алюминатлари CaO , Al_2O_3 , $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ дан иборат.

Бир кальцийли алюминат сув билан гидратланади ва қотишида юқори мустаҳкам тошга айланади, $12 \text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3$ тез тутиб қолади ва қотади. Гилтупроқли цементларда одатда катта бўлмаган миқдорда секин қотувчи $\beta\text{-C}_2\text{S}$ мавжуд, ҳамда гелъинит - $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ оддий ҳароратда сув билан таъсирлашмайди. Бу компонентлар, айниқса гелъенит цементнинг боғловчи хоссаларини ёмонлаштиради, яъни гелъенит глиноземни инерт моддага боғлайди, боғловчида фаол кальций алюминатларнинг миқдорини камайтиради. Шу муносабат билан SiO_2 нинг хомашёдаги миқдори 4-5% чегарада бўлиши керак. Темир оксидлари гилтупроқли цементларда одатда қаттиқ эритмалар кўринишида $\text{C}_6\text{A}_2\text{F}$ дан C_2F гача мавжуд. Боғловчи хоссаларга эга бўлмаган темир оксиди ва CaO F_2 O_3 ни бўлиши мақбул эмас. Гилтупроқли цемент MgO магнезиал шпинтель $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ёки периклаз MgO ; $2\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ кўринишида учрайди. Шпинтель ҳосил бўлганда цемент сифати ёмонлашади, чунки MgO нофаол бирикмага боғланади, ишқорий ва олтингугурт бирикмалар эса цемент хоссаларини ёмонлаштиради.

20-боб. Гилтупроқли цемент ишлаб чиқариш

Гилтупроқли цемент ишлаб чиқариш учун тоза оҳақтош ва бокситлар қўлланилади. Бокситларни кимёвий таркиби куйидагилардан ташкил топган % Al_2O_3 - 40 - 75, Fe_2O_3 - 5 - 30, SiO_2 2-15, SiO_2 5,5 нисбати бўлиб ва

бу коэффициент 5-6 дан паст бўлмаслиги ва қанча катта бўлса, боғловчининг сифати шунча юқори бўлади. Шунингдек, SiO_2 MgO нинг миқдори 1,2-2% дан ошмаслиги керак. Бокситлар ноёб хом-ашё ҳисобланади. Ундан металик алюминий ишлаб чиқарилади. Гилтупроқли цемент ишлаб чиқариш учун Б-2, Б-3, Б-7 маркали, таркибида 46 дан 30% миқдорли глинозем бўлган бокситлар қўлланилади. Бокситлар билан бир қаторда юқори гилтупроқли гилларни куйдирганда ҳосил бўладиган моддалар ва алюминий шлаклар ҳам хом-ашё сифатида ишлатилса бўлади, аммо бу моддалардан паст сифатли боғловчи олинади. Ўзбекистонда бокситга бой ҳудудлар бу Пскент, Жанубий Фарғона, Чотқол, Гиссар тоғлари ҳисобланади. Минерологик таркиби бўйича иккиламчи кварцит, пропилит, алунит, силикат жинслардан, 50% атрофида Al_2O_3 дан иборат, уларнинг кремнийли модули - 4 оҳақ компоненти сифатида оҳақтошлар ёки куйдирилган оҳақ ишлатилади. Бокситларни ҳам сув бутунлай чиқиб кетгунча куйдирилади. Гилтупроқли цементни клинкерини минерологик таркиби ишлаб чиқариш усулига эриш (спекания), ёки куйдириш муҳитини хусусиятига оксидли ёки тикловчи, кристалланиши шартига (совутиш хусусиятларига), хом-ашёвий аралашмада куйдиришда ва совутишда ҳосил бўлган темир оксиди ва темир таркибли бирикмаларнинг ҳосил бўлишига, олинган қаттиқ эритмаларнинг тури ва таркибига боғлиқ. Хом ашёвий моддаларни куйдириш учун ҳар хил конструкцияли иссиқлик ускуналар қўлланилади. Куйдиришни эригунча ёки эригунга кадар олиб борилади. Эриб куйдиришида айланма шахта ва бошқа печь лар қўлланилади ҳамда газсимон, суюқ, кам ҳўл ҳосил қилувчи ёнилғи ишлатилади. Эригунча куйдиришни вагранка, домна, электр печь ларда олиб борилади. Бунда бир вақтда ҳам чўян ва гилтупроқли цемент олинади.

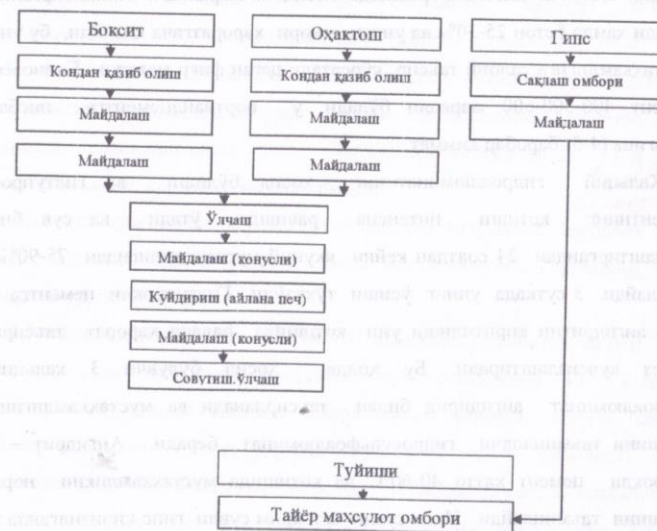
Куйдириш учун юқори сифатли бокситлар талаб қилинади, уларнинг таркиби SiO_2 (8% гача) ва F_2O_3 (10% гача), Al_2O_3 (70% гача) бўлиши керак. Электр печьларида SiO_2 ва F_2O_3 элементар ҳолатгача тикланади ва

ферросилиций ҳосил қиладилар, ҳамда қиздирилган оҳак ва бокситни қўлланиши қуйдириш жараёнини яхшилайти, аммо ёнилғи сарфи кўпаяди. Оҳактош ва боксит билан биргаликда электропеч ларга темир қипиқ ва кокс, скрап солинади. Кокс Fl_2O_3 ва SiO_2 элементар ҳолатигача тикланишга ёрдам беради, қипиқ ва скрап ферросилицийни чиқишини оширади. Эриш жараёни $1800-2000^{\circ}C$ да олиб борилади, эритма печь дан $1550-1600^{\circ}C$ градусли бўлиб чиқади. Совутилган материал майдалагичларда майдаланади ва кўп камерали трубали тегирмонларда туюлади. Гил тупроқли цементни эриш жараёнида ишлаб чиқарилганда домна печьга боксит, оҳактош, темирли скрап ва кокс юкланади. Домна жараёнида углерод ва углерод оксиди таъсири натижасида Fl_2O_3 тикланади ва чўян ҳосил бўлади ва у печьнинг пастки қисмида тўпланади. Чўян эритмасининг устида гилтупроқли шлак эритмаси юзага келади. Иккала эритма бирин-кетин домна печь дан чиқариб турилади, ва эритма $1600-1700^{\circ}C$ ҳароратга эга бўлади. Цемент сифатига совутиш режими катта таъсир кўрсатади. Тез совутилганда материал тузилиши шишасимон бўлади, натижада паст сифатли цемент олинади. Секин совутиш CaO Al_2O_3 ни яхши кристалланишига олиб келади ва у юкори боғловчи хусусиятга эга бўлади. Совутиш режимини тўғри танлаш натижасида юкори сифатли гилтупроқли цемент олинади. Совутилган материал икки босқичда майдаланади – биринчи босқичда конусли майдалагичларда, - иккинчи босқичда конусли мадалагичда майдаланилади.

Олинган маҳсулотни магнит ажратгичдан клинкерни ферросилицитдан ажратиш учун ўтказиш керак. Туйиш трубали тегирмонлардан $0,08$ элакда 10% қолдиқ қолгунча амалга оширилади. Гилтупроқли - белитли цемент таркиби сифат коэффициенти 3 дан кам, оҳактош, гипс 10% атрофида минерализатор (CaF_2) ли бокситларда тайёрланади.

Куйдириш жараёнида ($1250^{\circ}-1300^{\circ}C$) да CA , $\beta-C_2S$, $C_{12}A_7$ ва $3(CaOAl_2O_3)$ $CaSO_4$ клинкер ҳосил бўлади. Гипс куйдириш жараёнида

гидравлик инерт таркиби (нофаол) гелъенит ўрнига фаол кальций сульфоалюминат $3(CaOAl_2O_3) \cdot CaSO_4$ ҳосил бўлади. Бир вақтда белитни $\beta-C_2S$ ортиқча миқдори олинади. Гилтупроқли белитни цементни ҳар турли хом-ашёдан олиш мумкин, фақат таркибида 25% кам бўлмаган Al_2O_3 ва 45% кўп бўлмаган SiO_2 бўлиши керак (каолинлар, анортитлар, алуниг гипслар).



20.1-чизма. Ишлаб чиқаришнинг технологик схемаси

20.1. Гил тупроқли цементнинг қотиши

Гил тупроқли цементнинг қотиши CA – ни сув билан таъсирлашуви ва гидрат бирикмаларини ҳосил қилиш натижасида содир бўлади. Гилтупроқли цементнинг қотиш жараёни қуйидаги реакция бўйича кечади:

$\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 + 10\text{H}_2\text{O} - \text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

Ҳарорат орта бориши билан бир кальцийли алюминат икки кальцийли, уч кальцийли алюминатга айланади ва бу жараён муҳитининг ҳароратига ҳамда босимига (Р) боғлиқ бўлади.

Гилтупроқли цементдан тайёрланган бетонни буглаш ман этилади, чунки унинг қотиши бир суткадан сўнг экзотермиканинг 70-80% ни ташкил қилувчи интенсив равишда иссиқлик ажралиши билан биргаликда кечади ҳамда бетон 25-30% ва ундан юқори ҳароратгача қизийди, бу унинг мустаҳкамлигига салбий таъсир кўрсатади деган фикр мавжуд. Глинозёмли цемент 400-500-600 маркали бўлади, у портландцементга нисбатан анчагина (4-5) баробар қиммат.

Кальций гидроалюминатнинг ҳосил бўлиши ва гилтупроқли цементнинг қотиши интенсив равишда ўтади ва сув билан аралаштиргандан 24 соатдан кейин якуний мустаҳкамлигидан 75-90% ни эгаллайди, 3 суткада унинг ўсиши тўхтайди. Гилтупроқли цементга 25-30% ангидритни киритилиши уни қотишида баланд ҳарорат таъсирини биров кучсизлаштиради. Бу ҳолда ҳосил бўлувчи 3 кальцийли гидроалюминат ангидрид билан таъсирланади ва мустаҳкамлигининг ўсишини таъминловчи гидросульфалюминат беради. Ангидрит – гил тупроқли цемент хатто 40-60°C да қотишида мустаҳкамликни нормал ўсишини таъминлайди. Икки сувли ёки ярим сувли гипс киритилганда ҳам шунақа натижалари олинади. Масалан, гипс гилтупроқли қоришма асосида тайёрланган бетонлар (80+20% цемент), цемент сарфи 500 кг/м³ атрофида, 4 соат қотишдан кейин мустаҳкамлиги 15-20 гача 1 сутка -20-25, 3 сутка -30МПа мустаҳкамликка эришади (сақлаш –нам муҳитда). Гил тупроқли цементга оҳак ёки портландцемент 8-10% миқдорда қўшилганда тутиб қолиш муддатлари қисқаради, мустаҳкамлиги кескин тушади. Бу цемент қотишида паст асосли кальций гидроалюминат ва $\text{Ca}(\text{OH})_2$ дан 3CaO $\cdot$ $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ни ҳосил бўлиши билан тушунтирилади. Маълумки, 3CaO

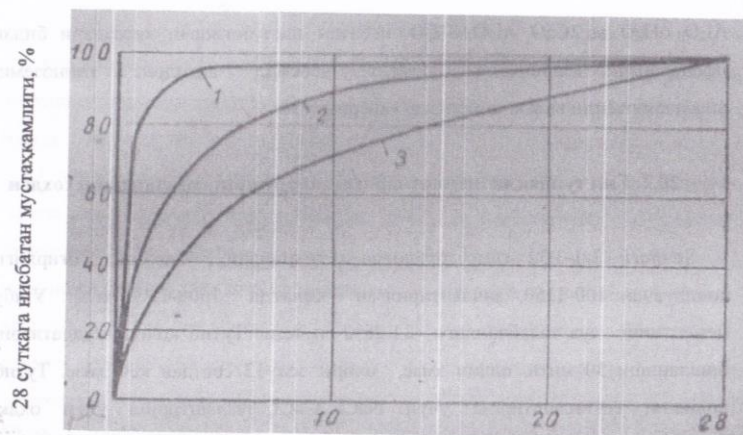
$\cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ва 2CaO $\cdot$ $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ нисбатан паст боғловчи хоссалари билан ифодаланади. Глинозёмли цемент асосида ангидрит глинозёми, шлакглинозёмли ва х.к. цементлар тайёрланади.

20.2. Гил тупроқли цементлар хоссаларининг ишлатилиш соҳаси

Зичлиги 3-1-3.32 г/см³ ораликда тебранади, хажмий оғирлиги сочилувчан 100-1350, зичлантирилган ҳолатда 1600-1800 кг/м³. Ушбу цементнинг сув талабчанлиги 24-25% ги тенг. Тутиб қолиш муддатлари: бошланиши 30 мин. олдин эмас, охири эса 12 соатдан кеч эмас. Тутиб қолишни секинлаштириш учун NaCl, CaCl, тезлаштириш учун оҳак, портландцемент киритиш тавсия этилади.

Гил тупроқли цемент нормал тутиб қолувчи гидравлик боғловчи бошқа цементлардан бошланғич даврда юқори мустаҳкамликка эришиши билан ажралиб туради.

Мустаҳкамлиги бўйича -400-500-600 маркаларга бўлинади ва бир сутка қотгандан сўнг намуналар 3 суткали мустаҳкамлигида 80-90% га эга бўладилар. Бу цемент асосида тайёрланганда бетонлар юқори совуққа, иссиққа чидамлиги билан ифодаланади, чунки унинг таркибида эркин ҳолатдаги СаО йўқ бўлади ва говаклиги портландцементга нисбатаги 1,5 баробар кам. Гил тупроқли цемент CaSO_4 , MgSO_4 денгиз суви, сут-мой кислоталар таъсирига чидамли.



—Суткалар вақти.

14-чизма — 4. Мустаҳкамликнинг ўсиш графиги.

1-гилтупроқли цемент, 2- тез қотувчи цемент. 3- оддий портландцемент

Гил тупроқли цемент асосида бетонлар юқори ҳароратда таъсирга (1200-1400° ва кўп) қаршилиги яхши. Бу ҳолда юқори ҳарорат таъсиридан кейин намланганда бузувчи деформациялар юзага келмайди. Бу шу билан тушунтирилади, гил тупроқли цементда $\text{Ca}(\text{OH})_2$ бўлмайди, портландцементда эса 500°С ҳароратда CaO га ўтади ва намланишда CaO яна гидратланади, ҳажми кўпаяди ва цемент тоши бузилади. Иссиққа чидамлилиги унинг минералогик таркибига боғлиқ, ундаги глинозём қанча кўп бўлса ва SiO_2 кам бўлса иссиқликка чидамлилиги баланд бўлади. Юқори олов бардошлиги гил тупроқли цементнинг таркиби тахминан: % Al_2O_3 -70-74; CaO 26-30; SiO_2 ва F_2O_3 -0.5-1 иборат.

Ишлатилиши: иссиққа чидамли, гидротехник иншоотлар тайёрлашда қўлланилади. Ишқорий муҳит, ҳарорати 25-30°С дан юқори бўлган ҳолатларда ишлатилиши мумкин эмас. Навбатма-навбат музлаш, эриш, намланиш, қуриш шаронтларда ишловчи конструкцияларда иссиқликка

чидамлилиги бетонларда кенгаювчан, зўриқтирилган цементлар тайёрлашда қўлланилади.

21-боб. Гил тупроқли цемент турлари

Юқори гил тупроқли цемент. Охирги йилларда ҳар хил иссиқлик агрегатларини ичини қоплаш учун иссиққа чидамли бетонлардан тайёрланган блоклар ишлатили бошланди. Кравченко И.В. бошчилигида юқори гил тупроқли цемент ишлаб чиқарилди, уни таркиби 72-75% глинозёмдан, 22-25% алюминий оксиддан $\text{SiO}_2 + \text{F}_2\text{O}_3 \geq 2\%$ иборат ва фазовий таркиби CA_2 дан ва 03 микдорда гелъенит ва моноалюминатдан иборат. Цементни эриш ҳарорати 1760°С. Бу цементларни ишлаб чиқариш учун тоза, қўшимчасиз техник глинозём ва кальций карбонат ишлатилади. Хом-ашёвий компонентлар қуруқ ёки ҳўл усул билан майдаланади ва айланма печьда 1500°С да куйдирилади. Совутилган клинкер сатҳи юзаси 5000 $\text{cm}^2/2$ бўлгунча туюлади, 3 сут кейин мустаҳкамлиги сиқилишига 200-500, 28 суткадан кейин 600-900 kg/cm^2 .

Термоцемент. Бу цемент домнада эришда олинадиган гил тупроқли цементнинг тури ва у автотрактор шағамларини сердечникларини цементлашга мўлжалланган. Қотган цемент юқори оловбардошликка, изолятор ва сердечник билан зарур бўлган жипслашиш кучига, юқори герметик хоссага эга бўлиши керак. Домна эришидаги гил тупроқли цементга одатда газ ҳосил қилувчи бирикмалар — кальций натрид, сульфид, карбобидлар. Қотган цементда бу бирикмалар парчаланиш натижасида цемент тошида унинг герметиклигини пасайтирувчи ғовақлар яратувчи газлар юзага келади. Шунинг учун газ ҳосил қилувчи бирикмаларни олдиндан гидратлантириш керак, бунинг учун цемент кукуни тахминан тўрт ой ҳавода ётади ёки цемент қатламини сув билан кучли пуркашда шлак таркибида паст асосли кальций алюминатлар устунлик қилишлари керак. Майдалик даражаси 3100 $\text{cm}^2/2$ дан кам

бўлмаслиги керак. Цементда суяқ шиша (кремний натрит) модули 3 дан паст бўлмаган оғирлиги $1,345 \text{ см}^2/2$ ли эритмаси билан қориштирилади. Цемент ҳамирининг нормал қуюқлигини махсус инъекцион асбоб билан аниқланади, бунда 85-100 мл. Цемент ҳамири асбобдан 5 ат босимда 1 мин. ичида бетўхтов оқиб чиқиши керак.

Ангидрид - гил тупроқли цемент. Бу цемент — гидравлик боғловчи модда, уни юқори гил тупроқли шлак (клинкер) ва сунъий олинган ёки табиий ангидрит билан майда туйиб олинади. Юқори гил тупроқли ёки гил тупроқли цемент таркибида SiO_2 — 10% кўп эмас, Al_2O_3 — 40% кам эмас, CaO — 44% кўп бўлиши керак. Гипс тошида $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ -95% дан кам бўлмаслиги керак.

Бу цементни П.П.Будников таклиф қилган ва унинг таркиби: 70-75% гил тупроқли ва 30-25% сульфатли компонентлардан иборат. Бу цементнинг юқори ҳарорат ($25-30^\circ\text{C}$ дан юқори) шароитларида мустаҳкамлиги пасаймайди. Ишлаб чиқариш технологияси мураккаб эмас — туйиш жараёни кўп камерали цемент тегирмонларида аралаштириш шарли тегирмонларидан ўтади. Гидратланишда бу цемент камроқ иссиқлик ажратади. Эритма ва бетонларни қотишда кўтариловчи ҳарорати кальций гидросульфалоюминатни кристалланишини тезлаштиради. Ҳосил бўлган кристалллар цемент тошида структурвий элемент ролини ўйнайди ва айрим шароитларда чўкишни олдини олади, аммо кенгайишини юзага келтиради. Нормал қуюқлиги 20%, тутиб қолишининг бошланиши 20 мин. олдин эмас охири 5 соатдан кеч эмас. Мустаҳкамлиги гил тупроқли цементга нисбатан пастроқ, аммо у юқори ҳароратда (65°C) қотса, унда уни сиқилишга бўлган мустаҳкамлик чегараси нормал ҳароратга ($20-22^\circ\text{C}$) нисбатан 1,5 баробар баланд. АГ цементни энг яхши хоссаси бу юқори емирилишга барқарорлиги 10% сульфат натрий, магний, NaCl эритмаларда намуналарни 3 йил мобайнида сақлаганда улар бузилмаган. Бу цемент

асосидаги ҳар хил иншоотлар ер ости, минералланган сувларда ишловчи буюмлар ишлаб чиқариш мумкин.

22-боб. Кенгаювчан ва зўриқтирилган цементлар.

22.1. Кенгаювчан цементлар таркиби, хоссалари ва ишлатиш соҳаси.

Портландцементдан тайёрланган қоришмалар ва бетонлар ёрилиши, кичрайиши, деформацияларга учраши туфайли кичраймайдиган ва кенгаювчан боғловчи моддалар ишлаб чиқилган. Улар гил тупроқли цемент ёки портландцемент асосида тайёрланади. Кенгайтирувчи қўшимчалар сифатида алюминатлар ва кальций сульфатларидан, шунингдек кальций ва магний оксидларидан фойдаланиш мумкин.

Таркиби: 65-70% цемент, 20% гипс ва шунингдек, юксак асосли кальций гидроалюминатли қўшимча биргаликда туйиб олинadиган боғловчи сув ўтказмас кенгаювчан цемент (водонепроницаемый расширяющийся цемент ВРЦ) деб аталган бўлиб, унинг муаллифи В.В.Михайловдир (НИИЖБ).

Юқори асосли кальцийгидроалюминат қўшимча глинозёмли цемент ва кукунсимон гидратли оҳақ аралашмасидан (1:1) иборат. Қотиш вақтининг бошланиши 4 мин олдин эмас охири 10 миндан кеч эмас. Чизикли кенгайиш 1 сут кейин 0,2% ва 1% кўп бўлмаслиги лозим.

Мустаҳкамлиги: 6 соат қотишдан кейин 75,3 суткадан -300,28 сут. — 500 кгс/см² дан кам бўлмаслиги керак. Сув ўтказмаслиги бўйича маркаси 0,6 МПа. Бу цементнинг қотиши кальций гидроалюминатни - CaAH_{10} — сув билан таъсирлашувида C_2AH_3 ва $\text{Al}(\text{OH})_3$ ҳосил бўлишига асосланган.

Шу билан биргаликда, ярим сувли гипс гидратланади ва икки сувли гипс юқори асосли кальций гидроалюминат билан таъсирлашади. Бунда

схема бўйича 3 сульфатли шаклда кальций гидросульфалоюминат ҳосил бўлади:



Бу бирикманинг қотишини бошланғич фазасида ҳосил бўлиши структурани бузмай бир хилда тузишни кенгайтиради. Бу мустаҳкамликни ўсиши гил тупроқли цементни қотишида гипс ва юқори асосли кальций гидроалюминатни — кенгаювчан компонент сарфланиши билан тушунтирилади, кейинги 1-2 суткадан кейин кенгайиш тўхтатилади, тузилишни маҳкамланиши бошланади. Бу цемент тюбинг, трубаларнинг чокларини ямаш, дарзликларни ёпиш учун қўлланилади. 0°C дан паст, 80°C дан баланд конструкцияларда ишлатилиши ман этилади.

22.2. Зўриктирилган цементлар

Бу цемент гидравлик тез тутиб қолувчи кенгаювчан модда, уни аниқ ўлчовда силикат, алюминит, сульфат компонентларни олиб аралаштириб биргаликда туйиб олинади. Силикат компонент бу портландцемент ёки унинг клинкери алюминат гилтупроқли цемент ёки унинг клинкери, ёки табиий алуунит, сульфат компонент — қурилиш гипси ёки табиий гипс тоши. Бўлакли моддалар (клинкер, алуунит, гипс тоши)ни олдиндан майдалаш керак. Алуунит эса 600°C куйдирилган бўлиши керак.

Зўриктирилган цементлар 3Ц (напрягающий цемент - НЦ) катта кенгайиш энергияси билан характерланади. Масса бўйича 14-16% икки сувли гипс, ва юксак глинозёмли компонент 16-20% ҳамда 64-70% потрландцемент клинкерини биргаликдаги сатҳи юзаси 4000-4500 см²/г бўлгунча майдалаб, туйиб олинади. Талаб қилинган ҳолатларда кенгайиш таъсирини кучайтириш учун 5% дан кўп бўлмаган миқдорда оҳак киритилади. Таклиф қилинган 3Ц ўз-ўзидан зўриктирилган

конструкцияларда бетон арматурасининг зўриктириш шarti талаб қилувчи ҳолатларда қўлланади. Цемент моддаларининг ҳосил бўлиши билан боғланган кимёвий энергия арматурани зўриктиришдаги механик ишига рационал ишлатилади.

Техник шартлари бўйича 3Ц — тутиб қолиш муддати 2 мин. олдин эмас, охири 6 мин. кеч эмас, гипс тоши ишлатилганда тутиб қолиш муддати 8 мин. олдин эмас, охири эса 15 мин. олдин эмас, тутиб қолиш муддатини секинлаштирувчи ва цемент сифатини ёмонлаштирувчи махсус қўшимчалар қўиш мумкин. 3Ц ларнинг икки тури қўлланилади:

- 3Ц нормал ҳолатларда қотувчи монолит темир — бетонлар учун ишлатиладиган цемент;

- 3Ц иссиқ ишлови бериувчи ўз-ўзидан зўриктирувчи йиғма темир — бетон буюмларидан фойдаланувчи цемент.

Эркин чизикли кенгайиш 28 суткадан сўнг 2,5% дан ошмаслиги керак. 3Ц ўз-ўзидан зўриктирувчи энергиясига кўра учта маркаси тавсия этилган: 2, 4, 6 МПа 3Ц 20 маркали бутунлай бетонни чўкишини олдини олади вап олдиндан катта бўлмаган зўриктиришни ҳосил қилади. Иккинчиси олдиндан зўриктирилган конструкциялар учун бунда бетонни арматуралаш коэффициенти 1% га тенг. Учинчиси эса қолган ҳамма олдиндан зўриқтилган конструкциялар учун. Призмаларни (ўлчами 4x4x10 см) эркин чизикли кенгайиши 28 сут. кейин 2,5% дан кўп бўлмаслиги керак, гидротермал ишловдан кейин сув босими соатда намуналар тўлиқ сув ўтказмасликка эга бўлишлари керак. Бу цементлар ер-сув ости конструкциялар, иншоотлар тайёрлашда қўлланилади.

23-боб. Гипс гилтупроқли кенгаювчан цемент

Гил тупроқли цементга 25-30% ангидрит киритилса ангидрит — гил тупроқли цемент тайёрлаш мумкин. Қотишда уч кальцийли гидроалюминат ангидрит билан реакцияга киришиб, гидросульфалоюминат ҳосил қилади ва

тузумнинг мустаҳкамлигини оширади. Гил тупроқли цементга 8-10% гача оҳак ёки портландцемент қўшилса, унинг тутиб қолиш вақти қисқариб мустаҳкамлик эса пасаяди. Бу цемент қотишида паст асосли кальций гидроалюминатлардан $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ни ва C_3S гидролизит, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ни ҳосил бўлиши билан тушунтирилади. Маълумки, $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ нисбатан паст боғловчи хоссаларга эга. Шунинг учун гил тупроқли цементни бу боғловчилар билан аралаштириш ман этилади.

И.В.Кравченко ишлаб чиққан гипсли – глинозёмли кенгаювчан цемент, юксак глинозёмли шлаклар ва икки сувли гипсни фоиз ҳисобида 07:03 нисбатан қўшиб туйиш йўли билан олинади. Боғловчини №008 элақда қолдиғи 10% дан кўп бўлмаган қолдиққача туйилади. Сувли ва ҳаволи муҳитларда тез қотади, мустаҳкамлиги бўйича 400-500 маркага бўлинади, чизикли кенгайиши 1 суткадан сўнг 0,15% дан кам, 28 сут. 0,3% кам ва 1% ортик бўлиши керак, мустаҳкамлиги 3 сут. кейин 30МПа дан кам бўлмаслиги лозим. Тутиб қолишни бошланиши 20 мин. олдин эмас, охири 4 соат кеч эмас, ҳамирдан тайёрланган намуналар 1 суткадан кейин, қоришмадан тайёрланган (112) намуналар 3 сут. кейин 1 МПа босим остида сувни ўтказмаслиги керак. Бу цемент асосидаги бетонлар янги бетонни эски билан 20-25 маротаба юқори портландцементга нисбатан юқори жипслаш мустаҳкамлигига эга, ва 80°C гача бўлган ҳароратда яхши қотади, юқори совуққа чидамлилиги билан характерланади. Гипсгил тупроқли цементнинг қотиши гилтупроқли цементни сув билан таъсирлашиб C_2AH_8 ни ҳосил қилади, бундан ташқари, айниқса қотишни бошлангич даврида кальций гидросульфалюминатни юзага келиши билан ўтади ва бутун тузумни бироз кенгайтиради. Шунинг учун бу цемент юқори сульфатга бардошликка эга, аммо NaCl эритмаларида барқарор эмас. Бу цемент чўкмайдиган ва кенгаювчан сув ўтказмайдиган қоришма ва бетонлар тайёрлаш учун, йиғма бетон ва темир бетон конструкцияларини чокларини ямаш, конструкцияларни кучайтириш учун мўлжалланган. Бу

цементни 80°C дан ошган ҳароратда ишлайдиган конструкцияларда қўлланиш мумкин эмас. Цемент қоришмани кенгайиши унинг миқдоридаги цементга ва сув цемент нисбатига боғлиқ: агар боғловчининг миқдори камайса, ва сув цемент нисбати кўпайса, кенгайиши камаёди. Гил тупроқли цемент асосида гипсшлак гилтупроқли цемент тайёрланган. Уни муаллифлари П.П.Будников, Б.Г.Скромтаев, И.В.Кравченко ва таркиби қуйидагилардан иборат: гилтупроқли цемент –45%, асосли домна грануланган шлак 25%, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ -30%. Ишлаб чиқариш технологияси ҳамма компонентларни майдалаб, қуришиб, ўлчаб биргаликда туйишдан иборат.

Францияда Лосье томонидан ишлаб чиқарилган кенгаювчан цемент қуйидагилардан иборат: 70-80% портландцемент, 15-20% домна шлак, 6-15% кенгайтирувчи компонент бу эса 50% гипси, 25% қизил бокситни, 25% борни аралаштириб қуйдириб олинади. Бу компонент қанча кўп бўлса, кальций гидросульфалюминатни 3 сульфатли шакли ҳосил бўлиши ҳисобига цемент шунча кучли кенгаёди. Домна шлакни роли ҳамма аралашмани қотишини аниқ даврида ортикча CaSO_4 боғлашига ва уни маҳкамлашга олиб келади. Кенгайиши даври 30 суткагача эришмади. Бу цементлар чўкмайдиган, суст, ўртача ва кучли кенгаювчанларга бўлинади. Улар секин тутиб қолади ва мустаҳкамликка эришади.

Бу цемент бузилган иншоотларни тиклаш, йўл қопламалари тайёрлаш, гидротехника иншоотларни чокларини ямаш учун қўлланилади.

Кенгаювчан портландцемент – муаллифлар И.В.Кравченко, Ю.Ф.Кузнецова қуйидаги таркибли кенгаювчан портландцементни таклиф қилганлар: цемент клинкери – 60-65%, юқори гилтупроқли домна шлаклар 5-7%, икки сувли гипс 7-8%, фаол минерал қўшимча 20-25%. Бу цементни тутиб қолиши 30 мин. олдин эмас, охири 18 соат кеч эмас. Мустаҳкамлиги бўйича 400,500,600 маркаларга бўлинади. Бу боғловчининг қотиши портландцементни сув билан реакцияга киришиб, паст асосли кальций

гидросиликатлар CSH (В) ҳосил бўлишига асосланган. Шу билан биргаликда, гипс ва қўшимча шлак қотишининг бошланғич даврида кальций гидросульфоалюминатни интенсив ҳосил бўлишини таъминлайди, бу эса тузумни бироз кенгайтиришни чақиради. Гидравлик қўшимча маҳкамловчи стабилизатор ролини ўйнайди. Бу цементдан тайёрланган намуналар бир сутка давомида сувда қотганда 0,15% дан кам, 28 сут – 0,3-1% га кенгайди. Сувли-ҳаволи қотишда 28 сут давомида кенгайиши 0,1% кам бўлиши керак. Бу цемент 70-80°C да буглатилганда мустаҳкамлиги интенсив ўсади ва бунда бетон, темир бетон буюмларни иссиқлик ишлови 4-6 соат билан чегараланса бўлади. Кенгаювчан цемент асосидаги бетонларни қимматли хоссаси уларни юқори сув ўтказмаслиги 1,1 Мпа ва ундан юқори босимларда сувни филтрламайди. Совуққа чидамлилиги бўйича маркаси 200-300 цикл.

Кенгаювчан цемент П.П.Будников томонидан ишлаб чиқарилган кенгайиши MgO ни гидратланишида ўтади. Цемент таркибига 5-7% 800°C да куйдирилган доломит ёки 3-7% MgO киритилади. Сувда қотишида цемент ҳамири учун 0,1-0,36% ни, эритма учун 1:3-0,03-0,16% ни ташкил этади. Кенгаювчан портландцемент П.П.Будников ишлаб чиққан портландцементдан, кенгаювчан қўшимчадан иборат. Кенгаювчан қўшимча 800°C қиздирилган каолин, оҳак ва гипсдан иборат, буни сув билан аралаштириб, босим остида буг билан ишлов берилади, қуритилади ва майдаланади, сўнг 15% шу қўшимчани 85% портландцемент билан аралаштирилади. Гил тупроқли цемент асосида кенгаювчан цементни П.П.Будников ва Скрамтаевлар таклиф этишган. Бу цементни гилтупроқли цементни клинкерсиз ёки гипс шлакли цемент ёки гилтупроқли цементни ангидрит цемент билан, ва 900°C да куйдирилган доломит билан биргаликда туйилади. П.П.Будников ва И.П.Кузнецова таклиф қилган кенгаювчан цементи портландцементни, 600-800°C да куйдирилган гил ёки каолинни, оҳак-кукунини, ярим сувли гипсни биргаликда туйиб олинади. Чўкмайдиган цементда А.Е.Шейкин ва Г.Ю.Якуб оддий портландцемент

клинкери, 0,1% ГКЖ-84 ва 5-10% цемент массасидан майдаланган сўндирилмаган оҳакдан фойдаланган. Қўшимчани майдалаш жараёнида қўшилган, оҳак эса сув билан биргаликда қўшилади.

Сув ўтказмайдиган чўкмайдиган цемент (ВБЦ) – Михайлов В.В. томонидан ишлаб чиқарилган ва уни гилтупроқли цемент, ярим сувли гипс ва оҳак кукуни билан биргаликда туйиб олинади. Гилтупроқли цемент 85% кам бўлмаслиги керак, гипс ва оҳак ўртасидаги нисбат 0,5 дан 1 гача чегарада ўзгариши мумкин. Бу цементни тутиб қолиши бошланиши 1 минут олдин эмас, охири 10 мин. кеч эмас, цемент ҳамиридан тайёрланган сувда сақланган призмаларни бир суткадан кейин чизикли кенгайиши 0,01% дан кам эмас, 0,1% дан кўп эмас, 28 суткадан кейин 0,3% дан кўп бўлмаслиги керак. Сув билан аралаштирилган цемент ҳамиридан 1 соатдан кейин тайёрланган намуналар 3 ат босимда ва 1 суткадан кейин 6 ат босимликда сув ўтказмаслиги керак. Бу цемент юқори намлик шароитларида қўлланиш учун мўлжалланган.

Сув ўтказмайдиган кенгаювчан портландцемент К.С.Кутателадзе ва бошқалар билан ишлаб чиқарилган. Бунда кенгаювчан компонент алунит алюминий ва калий сульфатни куйдирилган ҳолатдаги асосли тузи. Унинг таркиби: портландцемент клинкери 82% - икки сувли гипс – 10%, 600-700°C да куйдирилган кремнезем билан бой алунит – 8%. Намуналарни чизикли кенгайиши сувли сақланишида бир суткадан кейин 0,6-0,8%, бир йилдан кейин 0,75-0,9%, қоришмадан тайёрланган намуналар (1:2) бир суткадан кейин 0,14-0,18% ва 0,3-0,43% га тенг. Цемент совуққа, тузларга чидамли.

Портландцемент ва алунит асосида кенгаювчан цемент – муаллифи Ф.А.Глекель ва бошқалар. Алунит куйдириш ҳарорати 400°C дан баландда кальций гидросульфоалюминатни кристалл тузилишини бошланғич мустаҳкамлигини пасайтиради ва мустаҳкамлик бир меъёрга ўсиб боради. Портландцементга 600°C да куйдирилган алунитни 10% миқдорда қўшиш

тавсия этилади. Бу ҳолатда 4 соат сувли қотишда кенгайиш 0,8% га эришади ва тўхтайти ҳавода қотишда кенгайиш тахминан 2 маротаба камаёди, стабилизация даври 14 соатни ташкил қилади. Бу цемент сув ўтказмайди, юқори совуққа чидамликка эга.

Ангидрит – гилтупрокли цемент асосида кенгаювчан цементни – В.Э.Лейрих таклиф этган. Унинг таркиби: гил тупрокли цемент – 35%, 40% - грануланган домна шлаки, 15% ангидрит, 10% оҳак кукуни чизикли кенгайиши 0,6-1% ни ташкил қилади.

И.Арендс таклиф қилган ва ишлаб чиқилган кенгаювчан цементлар. Биринчисининг таркиби портландцемент ва кенгаювчан компонентдан иборат. Кенгаювчан компонент эса оҳак билан автоклавда қотувчи қиздирилган калеиндан иборат. Иккинчи цемент ярим сувли гипс ва сўндирилган оҳакни юқори гил тупрокли домна шлаки билан биргаликда туйиб олинади.

Портландцемент асосида О.П.Мчедлов Петросян ва бошқалар ишлаб чиққанлар. Цементлар кенгаювчан цемент – асосий компоненти портландцемент 100%, алюминий упаси – 0,01, сульфаталюминий – 2%, CaCl_2 -2, ССБ -0,15 юқори сув ўтказмаслик хоссасига эга.

Емирилишга қарши кенгаювчан цементлар таркиби цемент массасидан % - портландцемент 400-100, азот нордон кальций – 3, сульфат алюминий-2 ССБ – 0,15, алюминий кукуни – 0,015. Бу қоришмалар навбатма-навбат музлаш ва эришни 50 циклига чидайди. Агар 17% микдорда акрил латекс киритилса, уни сув ўтказмаслиги кескин кўтарилади.

III-бўлим. ФОСФАТ ҚОТИШДАГИ ЦЕМЕНТЛАР

24-боб. Фосфат цементлар

Фосфат цементлар – фосфат қотиш бир хил майда туйилган оксидлар ва фосфор кислотали махсус аралашмаларни бир-бири билан ўзаро таъсирлашувида ўтади. Фосфор цементлар нормал тутиб қолиши ва

қотиши зарур бўлган шартларга боғланган ҳолда нормал ҳароратда ва 100-130°C гача қиздирилганларга бўлинади. Бир қатор олимлар қотиш гипотезасини таклиф қилишган (С.Л.Голынки-Вольфсон ва бошқалар). Унга кўра оксид – фосфор кислотаси тузумини боғловчи хоссалари, оксид таркибича кирувчи катионни ион потенциалига боғлиқ; ион потенциал - бу ионни электрон зарядини уни эффектив радиусига муносабати. Бир хил электрон тузумли гуруҳларда катионни ион потенциалини камайтгани сари тутиб қолиш ва қотиш жараёнини тезлаштири кузатилади ва аксинча, ион потенциалини кўпайганда бу жараён секинлашади. Бир хил ҳолатларда оксидни фосфор кислотаси билан таъсирлашув реакцияси жуда тез ўтади ва қотувчи тузумлар ҳосил бўлиши мумкин эмас, шунинг учун муҳими қотиш эффекти – компонентлар орасидаги кимёвий таъсирлашуви реакциясининг тезлиги тузум ҳосил қилиш жараёнлари тезлиги билан ҳосил бўлган натижаси бўлиши керак. Реакциялар тезлигини пасайтириш учун ва нормал қотувчи композицияларни олиш учун оксидларни 2-3 фосфатлар билан алмаштирилади. Бу схема бўйича фосфор кислотали икки валентли металллардан нормал қотувчи композициялар олинади. Хона ҳароратида қотиш учун инерт бўлган оксидлар ўрнига гидрооксидлар қўлланади ва олинган ҳамир 300°C гача қиздирилади. Бундан ҳарорат аста-секин кўтарилади ва цемент охириги ҳароратда бир соат давомида ўлчаб турилади.

Титанофосфат цемент – ортофосфор кислотасини икки оксидли титанни кукунини сув билан аралаштириб ҳамирни иситиб олинади. Бу цементнинг оптимал таркибини аниқлаш учун (H_3PO_4) кислотасини рационал концентрациясини ўрнатиш керак.

Шундай қилиб 3 номерли цемент тоши 1050-1100°C олов бардош, нейтрал ва нордон муҳитларда барқарор, аммо ишқорлар таъсирига чидамсиз. Бу цементни диэлектрик материал сифатида қўллаш мумкин.

Цемент хоссаларига кислота концентрациясининг таъсири.

(11-жадвал)

№	TaO ₂ : P ₂ O ₅ ўлчов нисбати	P ₂ O ₅ концентрация %	Кислотанинг зичлиги г/см ³	Сикилишга бўлган мустаҳкамлик кг/см ²	Эгилшга бўлган мустаҳкамлик кг/см ²	Сувга чидамлиги %
1	3,26:1	36,6	1,335	90	15	26
2	2,02:1	54,3	1,579	410	19	16,2
3	1,86:1	66,6	1,77	615	41	9,2
4	0,93:1	76,6	1,83	165	22	14,1

Мисфосфат цемент – мис оксиди кукуни ортофосфор кислотаси билан аралаштириб тайёрланади. Нормал қуюқликдаги ҳамирни SiO: P₂O₅ : H₂O=69 : 16,9 : 14,1 нисбатда олинади. Қотиши учун қулай бу хона ҳароратида муҳитнинг намлиги 70% да. Мис оксидини фосфор кислотаси билан аралаштирганда уни боғловчи хоссалари муҳит ҳарорати 100°C гача ва намлиги 100% бўлганида намоён бўлади. Бу цементни сикилишга бўлган мустаҳкамлиги 800 кг/см³ га тенг, сувга барқарор, 700°C гача қиздиришга чидамли. Цементни гидратланишдаги асосий маҳсулотни CuSi₃(PO₄)₂ 3H₂O – ўртача фосфор нордон тузи.

Магний фосфат цемент – эритилган ёки юқори ҳароратда қуйдирилган магний оксидни ортофосфор кислотаси билан аралаштириб олинади. Минералогик таркиби MgHPO₄·3H₂O, гидравлик хоссасига эга, уни мустаҳкамлиги 700 кг/см³ гача. Бу цементларни табиий майда туйилган тоғ жинслари асосида – апатит фосфат, хромитлар ишлаб чиқариш мумкин.

Фосфат цементлар зарбга юқори қаршилик кўрсатувчи ва мустаҳкам металллар бўйича қопламалар яратиш учун қўлланади.

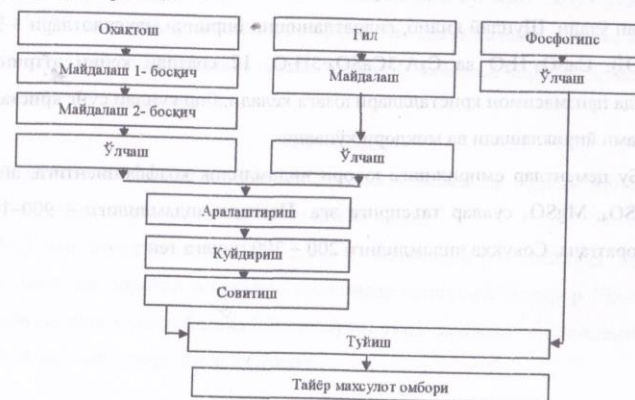
Цинкофосфат цемент: таркиби – 75-90% цинк, 8-13% MgO ва 2-3% SiO₂. Аралашма (шихта) 1200-1350°C да қуйдирилади, бошқа ҳолатларда 2,5±0,5% висмут оксиди қўшилади, қуйдириш ҳароратини пасайтириш учун фторли минерализатор қўшимча қўшилади. Қуйдирилган модда кукун ҳолатига келгунча туйилади. Сўнг кукунни қисман ZnOда ва Al(ON)₂ билан нейтралланган фосфор кислотаси билан аралаштириб цемент

ҳамири ҳосил қилинади. Сикилишга бўлган мустаҳкамлиги 800-1200 кг/см³ гача эришилади.

Силикат цемент – минералогик таркиби SiO₂ 29-47%, Al₂O₃ 20-35%, CaO 5-10%, K₂O 8-14%, P₂O₅ 0-7%, F 5-15% дан иборат. Бу цементни шихта тўлиқ эригунча қуйдирилади ва сувда кескин совутиб олинади. Кукунни қисман нейтралланган фосфор кислотаси билан аралаштириб олинади. Цемент мустаҳкамлиги 900-1500 кг/см³.

25-боб. Сульфат алюминатли цементлар

Бу боғловчининг муаллифи проф. Т.А. Атакузиев ва Ф.М. Мирзаев бўлиб, улар 1979 йилларда Ангрен цемент заводида ишлаб чиқаришни таклиф этишган. Унинг таркиби: Олмалик кимёвий заводдаги фосфогипс 40 – 45%, каолин 10 – 14% ва 45 – 40% оҳактош. Ишлаб чиқариш технологияси қуйидагилардан иборат: оҳактош икки босқичда ва гил валикли майдалагичда майдаланади. Хом-ашёвий қоришма (шлам ёки шихта) айланма печь да узунлиги 80м, маҳсулдорлиги 80т соатига (1200 – 1300°C) ҳароратда қуйдирилади.



15-Чизма. Ишлаб чиқаришнинг технологик чизмаси

Куйдирилган, сўнг совутилган клинкер трубулани тегирмонда майда фосфогипс билан биргаликда туюлади. Хом – ашёвий қоришманинг CaO га тўйиниш коэффициенти $\text{TK}=1$ га тенг.

Клинкернинг минералогик таркиби %:

C_2A $\text{F}=2,62$, $3\text{CaO} \cdot \text{H}_2\text{O}$ $\text{CaSO}_4 - 13,38$, $2\text{C}_2\text{S}$ $\text{CaSO}_4 - 72,90$; CaSO_4 боғланган $=23,5$, CaSO_4 эркин $= 6,81\%$

Кимёвий таркиби:

$\text{SiO}_2=16,75$; $\text{Al}_2\text{O}_3 - 5,27$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 - 0,63$; $\text{CaO} - 38,18$; $\text{SO}_3 - 18,66$.

Хоссалари: тутиб қолиш муддатлари бошланиши 15 мин. олдин эмас, охири 25 мин. кеч эмас.

Нормал куюқлиги 23,5%, ҳажмий нотекислиги нормада. Бу боғловчи ҳамма сақлаш шароитларида тез мустаҳкамликка эга бўлади, ва сувга, ҳавога чидамлилик мустаҳкамлиги 400 маркадан кам эмас.

Бу боғловчини тез қотиши сульфосиликатнинг эрувчанлигига, гидролиз, гидротация жараёнларининг тезлиги билан боғлиқ. Белитгни гидролизланиши сувни суспензияда CaO концентрациясини кўпайтиради ва SiO_2 нинг камайтиради. Гидратланиш бир кальцийли сульфалюминат ҳосил бўлиши билан ўтади. Шундай қилиб, гидратланишни биринчи маҳсулотлари – $3(\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3) \cdot \text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ва $\text{C}_3\text{A} \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, 12 соатдан кейин эттрингитни майда призмасимон кристалллари юзага келади, бир кундан сўнг кристалллар ўлчами йириклашади ва миқдори кўпаяди.

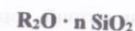
Бу цементлар емирилишга юқори чидамлилик коэффициенти, айниқса Na_2SO_4 , MgSO_4 сувлар таъсирига эга. Иссиққа чидамлиги – $900-1000^\circ\text{C}$ ҳароратгача. Совуққа чидамлиги 200 – 300 циклга тенг.

IV-бўлим. Кислотага чидамли цементлар

26-боб. Кислотага чидамли кремнефтор цемент ва унинг турлари

Замонавий қурилиш материалларининг таркибидаги кальций силикатлар, алюминатлар, алломоферитлар кислоталарда эрийди, шунинг учун уларни кислотали муҳитда ишлатилмайди. Кислотага чидамли цемент агрессив кислотали муҳитларда, айниқса кимё саноатида ишлатиладиган конструкцияларда, қоришма ва бетонларда қўлланади.

Кислотага чидамли цемент кукунсимон модда таркиби кварц қуми, кремнийфторли натрийдан иборат. Бу цемент таркибидаги компонентларни алоҳида ёки биргаликда майда тўйиб олинади ва силикат натрийни (суяқ шиша) сувли эритмаси билан аралаштириб қоришма тайёрланади ва у ҳавода мустаҳкам тошсимон моддага айланади, минерал ва органик кислоталарга барқарор бўлади. Қотиши даврида икки компонент орасида физик – кимёвий реакциялар бўлиб ўтади. Кислотага чидамли цемент тайёрлаш учун эрувчан натрий ва калий шиша ишлатилади. Уни кварц қуми ва сода ёки натрий сульфат қоришмасини $1300-1400^\circ\text{C}$ да куйдириб олинади. Қоришма совутилганда қаттиқ масса ҳосил бўлади – шишали тош. Суяқ шишани кимёвий таркиби куйидаги формула билан ифодаланади:



бу ерда: n – шишанинг модули; SiO_2 – грамм, молекула сонини ишқорий метални R_2O – грамм, молекула сонига нисбати.

Натрийли шишанинг модули 2,6-3,4, калийники 3-4 оралиқда. Бунда юқори модулли эрувчан шишалар кислоталар таъсирига барқарор. Эрувчан шишани модули қанча баланд бўлса, шунча унда коллоид кремнеземи ва ёпишқоқлик хоссалари баланд бўлади.

Натрий сууюк шиша кислотага чидамли, цемент ва бетонлар, иссиққа ва оловбардош бетонлар тайёрлаш учун қўлланади. Калий сууюк шиша силикат бўёқлар, мастика ва кислотага чидамли қоричма ва бетонлар учун.

Эрувчан шиша факат ҳавода қотиши мумкин. Бу жараёнинг мазмуни сууюк фазанинг буғланиши, эркин коллоид кремнезем концентрациясининг ошиши, кейинчалик уни коагуляцияланиши ва зичланиши. Эрувчан шишанинг қотишида ҳаводаги углекислота ҳам иштирок этади. Сууюк шишани сувли эритмасидаги кўп ёки кам миқдордаги NaOH эритмадан кремний кислотасини ажратишига тўсқинлик қилади. Ҳаводаги углекислота NaOHни нейтраллайди, кремнекислотани коагуляцияга ва ҳавода эрувчан шишани тезроқ қотишига кўмаклашади. Эрувчан шишанинг қотиш жараёнини Na_2SiF_6 – қўшимча сезиларли тезлаштирилади. Реакция қуйидаги схема бўйича ўтади:



Натижада натрий силикат кремний кислотасини гелини ёпишқоқ модда – ҳосил қилиб бўлади, бу эса тузумни тез қотишига олиб келади. Кварц куми ўрнига бошқа моддаларни қўлласа ҳам бўлади (андезит, базальт, порфирит), майда туйилган кварц кумини ва кремнефторли натрийни зичлиги 1,3,4,5 – ли натрий силикатни сувли эритмаси билан аралаштиради қум массасидан 25-30% миқдорда, Na_2SiF_6 ни миқдори 10-15% шиша массасидан. Ишлатилиш соҳасига кўра бу цемент иккита типда бўлади:

1-тип – кислотага чидамли ямаш учун қоричмалар; 2- тип қоричма ва бетонлар учун. Кремнифторли натрийни 1-типда миқдори $4\pm 0,5\%$, 2-типда $8\pm 0,5\%$ масса бўйича. Иккала типдаги цементларнинг майдалиги № 008 элакда қолдиғи 10 ва 30% масса бўйича бўлиши керак. Биринчи типдаги цементни тутиб қолиш бошланиши ва охири 40 мин. ва 8 соат, иккинчи

тип учун 20 мин. ва 8 соат. Кислота чидамли цементни сиқилишга бўлган мустаҳкамлиги стандарт билан ўрнатилмайди. Кислотага чидамли цементнинг таркибини ва тўлдиргичларни донатор таркибини рационал танланганда мустаҳкамлиги 30-40 МПа гача бўлган кислотага чидамли бетонлар олиш мумкин.

Кислотага чидамли цементни бошқа боғловчи моддалардан принципиал фарқи ва асосий афзаллиги – уни минерал кислоталар таъсирига қаршилиги, фторводородли ва кремнефтор водород кислоталардан ташқари. Бунда кислотани концентрацияси ошган сари цементнинг кислотага чидамлилиги ўсиб боради, чунки кислоталардаги юқори миқдордаги сув эркин натрий силикатни ёки фторли натрийни ишқорий ювилишишга сабабчи бўлади. Мана шу сабаблар бўйича кислотага чидамли цементга тайёрланган бетон паст сувга чидамлилигига эга. Бетонларни бу хоссасини ошириш учун кислотага чидамли бетонларни юзасини суюлтиришга (сув билан) HCl H_2SO_4 кислоталар билан ишлов бериш тавсия этилади. Бунда нафақат сувга чидамлилиги, кислотага чидамлилиги ошади, чунки юзадаги ғовакликлар цемент тошини натрий тузлари сууюкликлар билан реакцияга киришиши натижасида ҳосил бўлган маҳсулотлар билан тўлдирилади, шунда зичлиги ошади. Ишқорлар, қайноқ сув, сувли буғ бу цементни осон бузилишига олиб келади. Уни паст хароратда (-20°C дан) паст шаронгта ишлатилиши ман этилади. Кремний фторли натрий цементда заҳарли модда бўлиб, озиқ-овқат саноатидаги муассасаларни кўрилишида бунини инобатга олиниши керак.

Кремний органик – силикат кислотага чидамли цемент.

Бу боғловчи – кукунсимон модда, сув билан аралаштирганда пластик масса ҳамир ҳосил қилади, у ҳавода тошсимон ҳолатгача қотади ва кўп минерал, органик кислота таъсирига чидамли. Бу цемент юқори сифатли боғловчи деб ҳисобланади ва унинг таркибига – кремний органик силикат –

50%, кварц кули — 50%, кремнефторли натрий ёки кремнефторли алюминий — 10%, хомашёвий аралашмани умумий массасидан.

Цементни қотишини тезлаштириш ва сувга барқарорлигини ошириш учун, таркибидаги кремний органик силикатни модули 3 дан кўп бўлиши керак. Бу цемент суюқ шиша билан аралаштирилмайди, фақат сувда, чунки кремний органик силикат сувда эрийди. Цементни сув билан 20 мин. давомда, ҳамирни обдон зичлантириб аралаштирилади.

Ишлаб чиқариш куйидагича: кремний органик силикат кварц куми билан аралаштирилади, сўнг тебратгич тегирмонида 2 мин. давомда қоришма курук тўйинтирилади, шарли тегирмонда эса узоқ вақт № 008 элакда қолдиғи 10% дан кўп бўлмаган ҳолатгача туйилади.

Хоссалари: хажмий оғирлиги кг/м^3 : сочилувчан — 650-800, зичлантирган ҳолатда 700-850.

Нормал куюқлиги % да : 20-25.

Тутиб қолиш муддатлари: 90 мин. олдин эмас, охири — 4 соатдан кеч эмас. Сиқилишга бўлган мустаҳкамлиги кг/см^3 — 3 суткадан кейин 350,7 суткада — 400, чўзилишга мустаҳкамлиги кг/см^3 — 3 суткадан кейин 30,7 суткада — 35.

Қўлланиши: кислотага чидамли қоришма ва бетонлар кимёвий ускуналарни қоплашда, иссиқлик изоляция материаллари ва буюмлар тайёрлашда қоришма ва бетонларга ҳар хил пигментлар киритиб қурилиш деталлари, пардозбоп архитектура буюмлар ишлаб чиқариш мумкин.

АДАБИЁТЛАР

1. Байков А. А. Сборник трудов, т. 5. Изд-во АН СССР, 1948.
2. Бабушкин В. И., Матвеев Г. М., Мчедлов-Петроян О. П. Термодинамика силикатов. Стройиздат, 1972.
3. Боженов П. И., Кавалерова В. И. и др. Цементы автоклавного твердения и изделия на их основе. Госстройиздат, 1963.
4. Боженов П. И. Комплексное использование минерального сырья для производства строительных материалов. Госстройиздат, 1963.
5. Будников П. П. Химия и технология силикатов. Киев, «Наукова думка», 1964.
6. Будников П. П. Химия и технология строительных материалов и керамики. Стройиздат, 1965.
7. Бутт Ю. М., Окорочков С. Д., Сычев М. М., Тимашев В. В. Технология вяжущих веществ. «Высшая школа», 1965.
8. Бутт Ю. М., Рашкович Л. Н. Твердение вяжущих при повышенных температурах. Стройиздат, 1965.
9. Буров Ю. С., Колокольников В. С. Лабораторный практикум по курсу «Минеральные вяжущие вещества». Стройиздат, 1967.
10. Волженский А. В., Стамбулко В. И., Ферронская А. В. Гипсоцементнопуццолановые вяжущие, бетоны и изделия. Стройиздат, 1971.
11. Волженский А. В. Водотермическая обработка строительных материалов в автоклавах. Изд-во АН СССР, 1944.
12. Волженский А. В., Буров Ю. С., Виноградов Б. Н., Гладких К. В. Бетоны и изделия из шлаковых и зольных материалов. Стройиздат, 1969.
13. Горшков В. С., Тимашев В. В. Физико-химические методы исследования вяжущих веществ. «Высшая школа», 1964.
14. Журавлев В. Ф. Химия вяжущих веществ. Госхимиздат, 1951.

15. Кинд В. В. Коррозия цементов и бетона в гидротехнических сооружениях. Госэнергоиздат, 1955.
16. Коновалов П. Ф., Штейерт И. П., Иванов-Городов А. Н., Волконский Б. В. Физико-механические и физико-химические исследования цемента. Госстройиздат, 1960.
17. Кравченко И. В., Власова М. Т., Юдович Б. Э. Высокопрочные и особобыстротвердеющие портландцемента. Стройиздат, 1971.
18. Кравченко И. В. Расширяющиеся цементы. Госстройиздат, 1962. 474
19. Крашенинников М. Н., Крашенинников Н. И., Кудрявцев А. С., Семендяев А. Ф., Сычев М. М., Щелоков А. Н., Якубович А. Я. Проектирование цементных и асбестоцементных заводов. Стройиздат, 1966.
20. Лермит Р. Проблемы технологии бетона (пер. с франц.). Госстройиздат, 1959.
21. Ли Ф. М. Химия цемента и бетона (пер. с англ.). Госстройиздат, 1961.
22. Логинов З. И. Экономические проблемы цементной промышленности СССР. Стройиздат, 1967.
23. Мак И. Л., Ратинов В. Б., Силенок С. Г. Производство гипса и гипсовых изделий. Госстройиздат, 1961.
24. Миронов С. А., Малинина Л. А. Ускорение твердения бетона. Стройиздат, 1964.
25. Монастырев А. В. Производство извести. Стройиздат, 1972.
26. Москвин В. М. Коррозия бетона. Госстройиздат, 1952.
27. Мчедлов-Петросян О. П. Химия неорганических строительных материалов. Стройиздат, 1971.
28. Некрасов К. Д. Жароупорный бетон. Промстройиздат, 1957.
29. Осин Б. В. Негашеная известь. Промстройиздат, 1954.

30. Ратинов В. Б., Иванов Ф. М. Химия в строительстве. Стройиздат, 1969.
31. Ребиндер П. А. Физико-химическая механика. «Знание», 1958.
32. Рояк С. М., Рояк Г. С. Специальные цементы. Стройиздат, 1969.
33. Сапожников М. Дроздов Н. Е. Справочник по оборудованию заводов строительных материалов, 3-е изд. Стройиздат, 1970.
34. Саталкин А. В., Комаров П. Г. Высокопрочные автоклавные материалы на основе известково-кремнеземистых вяжущих. Стройиздат, 1966.
35. Сатарин В. И. Современные цементные заводы. Стройиздат, 1967.
36. Силенок С. Г. и др. Оборудование для производства вяжущих строительных материалов. «Машиностроение», 1969.
37. Соломатов В. И. Полимерцементные бетоны и пластбетоны. Стройиздат, 1967.
38. Справочник по производству гипса, под ред. К. А. Зубарева. Госстройиздат, 1963.
39. Справочник по производству цемента, под ред. И. И. Холина. Госстройиздат, 1963.
40. Справочник по проектированию цементных заводов. Стройиздат, 1969.
41. Сычев М. М., Корнеев В. М., Федоров Н. Ф. Алит и белит в портландцементом клинкере. Стройиздат, 1965.
42. Торопов Н. А. Химия цементов. Промстройиздат, 1956.
43. Улицкий И. И. Определение величин деформации ползучести и усадки бетонов. Киев, Укрстройиздат, 1963.
44. Хавкин Л. М., Крыжановский Б. Б. Силикатобетонные панели для сборного домостроения. Стройиздат, 1964.
45. Хигерович М. И. Гидрофобный цемент. Промстройиздат.

46. Добавки в бетоны. Справочное пособие. Т.С. Рамачандран., Р.Ф. Фельдман (Оттава, Канада, 1984).
47. Наука о цементе В.С.Ромачандран., Р.Ф. Фельдман.
48. Добавки – ускорители (Оттава, Канада) 1984, В.С.Ромачандран (Оттава, Канада) 1986.
49. Ребиндер П.А., Сегалова Е.Е. Структурообразование при твердении вяжущих веществ. Лондон – 1967.
50. Суперпластификаторы. В.С.Ромачандран., В.М.Мальхотра (Оттава, Канада) 1981
51. В.Л.Долг (Вест – Лафайетт, Индиана США).
52. П.К.Мехта (Беркли, Калифорния США).
53. И.Охама (Корилма, Япония).
54. Полипласт идея, качество, материал. Добавки для бетонов и строительных растворов.
55. Курилиш материаллари тадқиқ этиш усуллари. Ўқув қўлланма - Кодирова Д.Ш. Т., 2018.
56. Боғловчи моддалар. Ўқув қўлланма. Кодирова Д.Ш. Т., 2012.
57. Курилиш материаллари. Э.Қосимов. Т. “Мехнат”. 2004.
58. Сульфоалюминатный цементы на основе фосфогипса. Т.А.Атакузиев, Ф.М.Мирзаев. 1979.
59. Специальные цементы стройиздат. Рояк С.М., 1989.
60. Рекомендации по применению. Выпуск 2, 2010.
61. W.W.W. Beton. ru.
62. W.W.W. Beton tech. ru.
63. W.W.W. Litobzor. ru.
64. W.W.W. Dobavki. ru.
65. W.W.W. Biblioteka. ru.
66. W.W.W. Bast. ru.
67. W.W.W. Poliplast. ru.
68. Сведения с Интернета: сайт www.polyplast.un.ru.