



ISSN 1607-2774

ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛ

№1 (89) 2020

СЕМЕЙ ҚАЛАСЫНЫҢ ШӘКӘРІМ
АТЫНДАҒЫ МЕМЛЕКЕТТІК
УНИВЕРСИТЕТІНІҢ

ХАБАРШЫСЫ



ВЕСТНИК

ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ ШАКАРИМА
ГОРОДА СЕМЕЙ

SHÁKÁRIM ÝNIVERSITETI
SEMЕI

МРНТИ: 52.47.19

С.З. Ахметжан¹, Г.С. Гумаров², О.В. Гришаева¹, А.С. Купешова⁴

¹Казахско-Русский Международный университет, г. Актобе

²Западно-Казахстанский государственный университет им. М. Утемисова, г. Уральск

³Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана, г. Уральск

УВЕЛИЧЕНИЕ ДОБЫЧИ ЖИДКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ ИНТЕНСИФИКАЦИЕЙ НАГНЕТАТЕЛЬНЫХ СКВАЖИН МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАРАЧАГАНАК

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы увеличения дебита добывающих скважин за счет увеличения проницаемости призабойной зоны нагнетательных скважин обработкой соляной кислотой на примере месторождения Карачаганак. Месторождения Карачаганак является крупнейшим газодобывающим месторождением в Казахстане и имеет рекордные показатели по добыче, составляющие почти 45 % всего газа и 16 % всех жидких углеводородов, добываемых в стране. Рециркуляция осушенного газа для максимального увеличения добычи конденсата приводит к максимальному извлечению.

В ходе исследования было выявлено, что наивысший прирост добычи достигается за счет закачки газа сепарации во второй объект. Показан поиск подходящих методов симуляции коллектора с учетом его фильтрационно-емкостных свойств. Работа симулятора основана на использовании численных методов моделирования пласта – разбивки пласта на дискретное число участков в трехмерном пространстве и определения поведения пласта и флюида для заданных условий. Рассмотрен сценарий улучшения эффективности обратной закачки сухого газа путем проведения кислотной обработки нагнетательных скважин на примере месторождения Карачаганак.

Ключевые слова: Карачаганак, добыча, закачка газа, жидкие углеводороды, нагнетательная скважина, кислотная обработка, коллектор, симулятор.

По данным Министерства энергетики РК, добыча нефти в 2018 году составит 90,3 миллиона тонн, это 104,7 процента к 2017 году. Добыча нефти по трем крупным проектам составит 53,9 миллиона тонн, в том числе на месторождении Кашаган – 13,2 миллиона тонн, на Тенгизе – 28,6 миллиона тонн, на Карачаганаке – 12,1 миллиона тонн.

Сегодня Карачаганак является крупнейшим газодобывающим месторождением в Казахстане и имеет рекордные показатели по добыче, составляющие почти 45 процентов всего газа и 16 процентов всех жидких углеводородов, добываемых в стране.

С начала действия ОСРП на месторождении добыто порядка 155 млн. тонн жидких углеводородов и более 196 млрд. м³ газа. Обратная закачка газа в пласт за аналогичный период времени составила порядка 74 млрд. м³.

На Карачаганакском месторождении продуктивными являются подсолевые карбонатные отложения раннепермского и каменноугольного возраста, мощность которых в пределах месторождения составляет 2000 м и более. Тип залежи – массивная. Залежь экранируется галогенно-терригенной покрывкой из пород кунгурского возраста [1].

Коллекторские свойства пород месторождения невысокие. Пористость продуктивных пластов составляет 10-13%. Коллекторы представлены известняками, доломитами и их переходными разностями. Тип коллектора – поровый, порово-трещинный, кавернозный. Преобладание карбонатных трещиноватых коллекторов с высоким газовым фактором и большим содержанием сероводорода, близость ВНК и ГНК, низкие пластовые температуры, значительная истощенность резервуаров существенно ограничивают применение традиционных технологий интенсификации добычи.

Большое количество методов, применяемых для оптимизации системы разработки, направлены на интенсификацию отборов. По данной причине ухудшается энергетическое состояние пласта [2].

На рисунке 1 показано распределение пластовых жидких углеводородов по объектам разработки на Карачаганакском месторождении (источник: модель КПО,

адаптация модели с учетом фактических данных за 2011 г.). На газовую шапку приходится 65% запасов ЖУ (49% во 2-ом объекте +16% в 1-ом объекте), что подчеркивает то, что Карачаганак, главным образом, является газоконденсатным месторождением, а не нефтяным месторождением.

Следовательно, рециркуляция осушенного газа для максимального увеличения добычи конденсата приводит к максимальному извлечению ЖУ. Сравнивая этот агент со всеми другими рабочими агентами, можно отметить, что наивысший прирост добычи достигается за счет закачки газа сепарации во 2-ой объект.

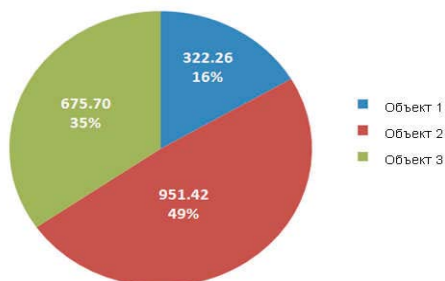


Рисунок 1 – Распределение пластовых ЖУ по объектам разработки на месторождении (млн.ст. м³) – согласно Модели 2

Согласно модели коллектора наиболее эффективным является вариант закачки осушенного газа в газовую шапку (2-й объект). Это обусловлено следующими факторами:

- закачка во 2-й объект направлена на наибольшую часть пластовых ЖУ;
- удается избежать преждевременного прорыва в добывающие скважины;
- коэффициент извлечения повышается за счет поддержания давления;
- извлечение дополнительного конденсата за счет повторного испарения.

Поэтому основным инструментом увеличения добычи можно назвать нагнетательные скважины, через которые обратно закачивается природный газ в пласт.

Места расположения существующих и новых нагнетательных скважин можно увидеть на рисунке 2. На сегодняшний день на месторождении функционируют 17 газонагнетательных скважин.

Увеличение добычи до современных показателей потребовала от инженеров поиск подходящих методов для симуляции коллектора. В самом начале были выбраны 10 скважин, в которых кислота применялась для обработки призабойной зоны пласта (уменьшение скина). Для этого, спускали гибкие НКТ для очистки стволов скважин и закачивали кислоту при низких расходах 0,1 м³/мин по большому продуктивному интервалу. Далее кислота в матрице задавливалась в пласт при расходе 0,79 м³/мин. Сразу же в первых скважинах наблюдалось повышение коэффициента продуктивности на 400%. Но предельно большие интервалы привели к проблеме с традиционным задавливанием кислоты; как только кислота привела к раскрытию загрязненного участка пласта, этот участок поглотил оставшуюся кислоту.

Современные программные обеспечения (симуляторы) позволяют корректно делать прогнозные расчеты на период разработки, но тем не менее необходимо учитывать возможность несоответствия прогнозируемых результатов с реальным поведением резервуара.

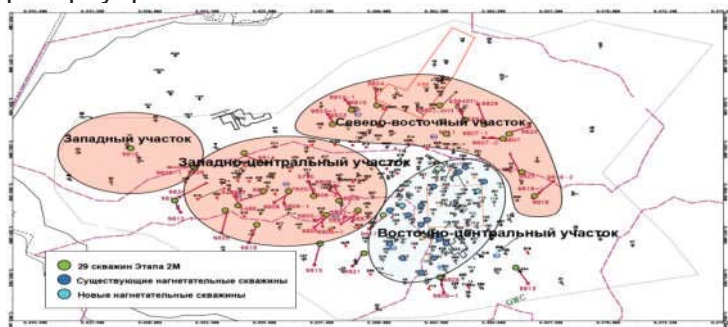


Рисунок 2 – Расширение системы закачки газа: исследуемые участки

Программа Eclipse, созданная компанией Schlumberger, способна учитывать всевозможные сложности в поведении резервуара и пластовых жидкостей и по праву на сегодняшний день является предпочтительным программным обеспечением, способным симулировать поведение уникальных и многогранных месторождений, каким является газоконденсатное месторождение Карачаганак.

Работа симулятора основана на использовании численных методов моделирования пласта – разбиения пласта на дискретное число участков в трехмерном пространстве и определения поведения пласта и флюида для заданных условий. Рассмотрен сценарий улучшения эффективности обратной закачки сухого газа путем проведения кислотной обработки нагнетательных скважин на примере месторождения Карачаганак. Используя исходные данные: пористость, проницаемость, пластовое давление, результаты исследования скважины и т.д. была построена 3-х мерная модель участка пласта, включающая в себя нагнетательную скважину и соседние добывающие скважины (рис. 3).

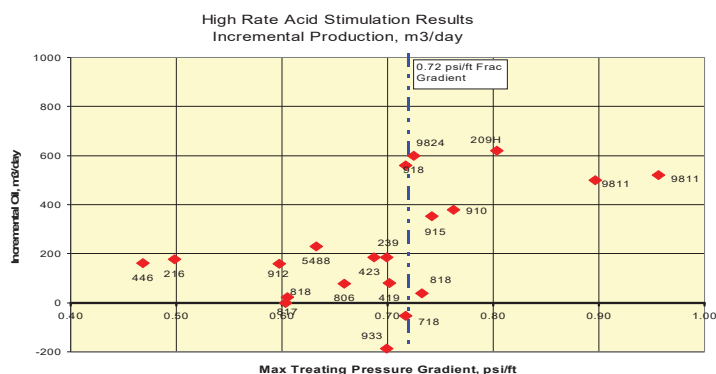


Рисунок 3 – Результаты интенсивной кислотной обработки (прирост добычи)

Было принято решение провести кислотную обработку призабойной зоны пласта для увеличения приемистости скважины. Рекомендовано было закачать 28 % HCl большими расходами 600 л/м. В итоге, после изменения фильтрационно-емкостных параметров нагнетательной скважины дополнительная добыча по нефти соседних двух добывающих скважин составила примерно 32000 м³ или 200000 баррелей, на самой скважине приемистость увеличилась на 35 %.

Еще одним направлением в интенсификации притока с использованием соляной кислоты было закачка самонаправляющейся кислоты с высоким расходом – свыше 4,8 м³/мин. Этот тип гелированной кислоты выедаёт ходы в карбонатном коллекторе, но в процессе отработки pH повышается и приводит к сшиванию и загустению флюидов. Вязкость кислоты возрастает, временно временно запечатывая ходы и направляя свежую кислоту на другие поврежденные участки пласта.

Карбонатные коллекторы близ лежащих месторождений как Западного Казахстана, так и России очень похожи (Оренбургское, Чинаревское, Рожковское и др.), поэтому в декабре 2015 года компанией «Газпромнефть-Оренбург» совместно со специалистами компании «Шлюмберге» успешно реализован проект по оптимизации кислотных обработок на Восточном участке Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения.

Суть метода заключалась в комбинации технологий матричной обработки открытого ствола скважины вязкоупругой самоотклоняющейся кислотой и классического метода кислотного многостадийного гидравлического разрыва пласта (МГРП) в карбонатном коллекторе. Реализация проекта позволила увеличить продуктивность скважины на 15% по сравнению с традиционной технологией кислотного МГРП.

Уникальность работ, проведенных в рамках совместного проекта, обусловлена вовлечением открытого карбонатного ствола в результирующий дебит при эффективном размещении трещин кислотного ГРП в карбонатном коллекторе. Положительный эффект проекта, заключающийся в увеличении производительности скважин, достигается за счет приобщения микротрещиноватости и протравливания большего объема трещин [3].

На месторождении Карачаганак также применяют метод кислотного многостадийного гидравлического разрыва пласта (МГРП) в карбонатном коллекторе, но на добывающих скважинах.

Процессы поддержания и увеличения добычи углеводородов на каждом месторождении один из важных моментов в разработке, так как благодаря им есть возможность увеличить конечную КИН и соответственно уменьшить себестоимость нефти. На месторождении Карачаганак именно низкая себестоимость добычи нефти (около 4,3 долл./баррель) возводит проект в ранг одного из самых экономически эффективных нефтегазовых проектов в мире. Несмотря на значительное снижение мировых цен на нефть, это дает огромную возможность для дальнейшего устойчивого развития проекта, тем самым, обеспечивая стабильный приток денежных поступлений в бюджет Республики Казахстан.

Литература

1. Карачаганакское нефтегазоконденсатное месторождение (НГКМ). – URL: https://neftegaz.ru/tech_library/view/4450-Karachaganakское-neftegazokondensatное-mestorozhdenie-NGKM (дата обращения 20.03.2019 г.).
2. Муслимов Р.Х. Современные методы повышения нефтеизвлечения: проектирование, оптимизация и оценка эффективности. – Казань: Изд-во «Фэн» Академии наук РТ, 2005. – 688 с.
3. Титов И., Конопелько А., Файзуллин И., и др. Кислотный МГРП. Новаторский подход для карбонатных коллекторов, журнал «Нефтесервис», 2016 г. № 4. – URL: <https://ogjruussia.com/issues/2016/April> (дата обращения 20.03.2019 г.).

ҚАРАШЫҒАНАҚ КЕН ОРНЫНДА АЙДАУ ҰҢҒЫМАЛАРДЫ ИНТЕНСИФИКАЦИЯЛАУЫМЕН СҰЙЫҚ КӨМІРСУТЕКТЕРДІҢ ӨНДІРУІН ҚАРҚЫНДАТУ

С.З. Ахметжан, Г.С. Гумаров, О.В. Гришаева, А.С. Купешова

Мақалада газ айдаушы ұңғымалардың тұл маңы аймағындағы өткізгіштігін арттыру арқылы өндіру ұңғымалардың шығынын көтеру мәселесі талқыланады.

Қарашығанақ кен орны Қазақстандағы ең ірі газ өндіруші кен орны болып табылады және елдегі өндірілген барлық сұйық көмірсутектердің шамамен 45 пайызын және барлық сұйық көмірсутектерінің 16 пайызын рекордтық көрсеткішке ие. Келтірілген газды жүйенің проблемаларын барынша кеңейту үшін қайта іске қосу бағдарламалық жасақтама бағдарламалық жасақтаманың басқа компоненттерімен сәйкес келетін ең үлкен экстракцияға ықпал етеді, бұл экстракцияның ең жоғары жылдамдығы екіншісінде газды сепарациялау арқылы қол жеткізіледі.

Модельдеудің сандық әдістерін қолдануға негізделген симулятор – пластинаның үш өлшемді кеңістіктегі дискреттік саны бойынша бөліктері және белгіленген шарттарға арналған пластина мен сұйықтықтың мінез-құлқының анықталуы. Мысалы Қарашығанақ кен орнында ұңғымаларды қышқылдық өңдеу арқылы құрғақ газдың кері ағысының тиімділігін арттыруды зерттейді.

Өнімді коллекторды оның сыйымдылық сүзбелену қасиеттерін ескере отырып симуляцияға сәйкес әдістерді іздеу жолдары қарастырылған.

Түйін сөздер: *Қарашығанақ, газды өндіру, газды айдау, сұйық көмірсутектер, инъекциялық ұңғымалар, қышқылмен өңдеу, резервуар, тренажер.*

INCREASE IN THE PRODUCTION OF LIQUID HYDROCARBONS BY INTENSIFYING INJECTION WELLS FROM THE KARACHAGANAK FIELD

S. Akhmetzhan, G. Gumarov, O. Grishaeva, A. Kupeshova

The article discusses the increase in production wells at the expense of increasing the permeability of the bottomhole zone of the injection wells by treating with hydrochloric acid in the example of the reservoir.

The Karachaganak field is the largest gas producing field in Kazakhstan and has record production figures of almost 45 percent of all gas and 16 percent of all liquid hydrocarbons produced in the country. Retsipkulyatsiya osushennogo gaza for maksimalnogo uvelicheniya dobychi kondensata ppivodit to maksimalnomu izvlecheniyu, spavnivaya etot agent CO vsemi d.puguyu pabochimi agentami, mozhno otmetit chto naivysshy ppiost dobychi dostigaetsya za schet zakachki gaza sepapatsii vo second obekt. Simulator of the use of the overarching of the nomer Scenario of improving the efficiency of the dry gas pumping of the gas through the acidification of the well in the well in the wake of the center of the wagons at the center of the day at the wagons in the world. The search for suitable methods of reservoir simulation with regard to its reservoir properties is shown.

Key words: Karachaganak, gas production, gas injection, liquid hydrocarbons, injection well, acid treatment, reservoir, simulator.

FTAXP: 67.09.31

Т.Б. Ахметжанов, Ш.Б. Толеубаева

Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті

СУДЫ АЗ ТҰТЫНАТЫН БАЙЛАНЫСТЫРҒЫШ ЗАТТАРДЫ ДАЙЫНДАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

Аңдатпа: Жаңа буындағы жоғары тиімді байланыстырғыш заттарды бүгін көп компонентті құрамдарды пайдалана отырып алады. Бұл жұмыста механохимиялық активтендіру технологиясын қолдана отырып, клинкерлігі төмен байланыстырғыштарды алу мүмкіндігі теориялық тұрғыдан негізделген. Мұндай принцип бойынша құрамында түрлі күлді және қож қалдықтары бар, клинкерлігі төмен байланыстырғыштар алады. Клинкерлігі төмен байланыстырғыштарды дайындау кезінде механохимиялық активтендіру процесі бірлескен ұсақтау процесінде әртүрлі минералдық компоненттердің құрамының көп болуы салдарынан неғұрлым күрделі болып табылады. Бұл технология портландцементті немесе минералды қоспалары бар клинкерді және су төмендететін компоненті бар модификаторды механикалық белсендіруге негізделген. Суперпластификаторды байланыстыру тұрғысынан ең белсенді кальций оксиді және гидроксид болуы мүмкін. Мұның барлығы жиынтығында беріктілік қасиеттерінің артуына, сондай-ақ олардың негізінде клинкерлігі төмен байланыстырғыштар және бетондардың пайдалану сипаттамаларының артуына әкелуі тиіс.

Түйін сөздер: байланыстырғыш материалдар, гидратация, клинкерлігі төмен байланыстырғыштар, сутұтыну, механохимиялық активация.

Жаңа буындағы жоғары тиімді байланыстырғыш заттарды бүгінгі күні жақсартылған құрылыс-пайдалану қасиеттері бар әртүрлі функционалдық мақсаттағы жоғары сапалы бетондарды алуды қамтамасыз ететін көп компонентті құрамдарды пайдалана отырып алады. Мұндай байланыстырғыштарды құрудың негізіне оның барлық кезеңдерінде технологияны мақсатты басқару қағидаты жатады: белсенді компоненттерді пайдалану, оңтайлы құрамдарды әзірлеу, химиялық модификаторларды қолдану және басқа да кейбір тәсілдер. Мұндай принцип бойынша құрамында түрлі күлді және қож қалдықтары бар, клинкерлігі төмен байланыстырғыштар [1,2] алады. Бұл мәселенің теориялық аспектілері бұрын көтерілген [3,4]. Алайда, олар қосымша эксперименталды растауды және талқылауды талап етеді.

Өнеркәсіптік қалдықтарды кәдеге жарату деңгейін бір мезгілде арттыруда байланыстырғыштардың құрылыстық-техникалық қасиеттерін жақсартудың жаңа мүмкіндіктері өндіріс технологиясында механохимиялық активтендірудің көп компонентті байланыстыру әдісін қолдануға мүмкіндік берді, онда байланыстырғыштардың жаңа буыны – аз су тұтынатын байланыстырғыштар алу негізделген.

Суды аз тұтынатын байланыстырғыштарды дайындау технологиясы портландцементпен немесе құрамында су төмендететін компоненті бар модификаторы, мәселен құрғақ ұнтақ тәрізді суперпластификатор С-3 қоспалары бар клинкермен механикалық белсендіруге негізделген. Механикалық активтендіру аталған компоненттерді арнайы режим бойынша кезеңдік немесе үздіксіз жұмыс істейтін тарту агрегаттарында, негізінен шар диірмендерінде бірлесіп тарту жолымен жүзеге асырылады. Су тұтынудың төмен байланыстырғыш (СТБ) және олардың негізінде бетондардың қасиеттері байланыстырғыштардың негізгі жіктемелік белгісі болып табылатын минералдық қоспаның түрі мен құрамына байланысты кең шектерде өзгереді.

Таза клинкерлік байланыстырғыш сутұтынуы төмен байланыстырғыштар СТБ -100 (100% портландцемент немесе клинкер) ең жоғары беріктік көрсеткіштермен, қатаю қарқынымен және ұзақ мерзімділікпен сипатталады. Олардың белсенділігі бастапқы цементтің немесе клинкердің сипаттамасына байланысты 70-тен 100МПа-ға дейін құрайды, ал қатаю қарқыны қалыптан кейін 18-24 сағаттан кейін босату беріктігіне жеткен кезде жылытып ылғалдандырудан өткізбей-ақ темірбетон бұйымдары мен конструкцияларын дайындау мүмкіндігін қамтамасыз етеді. СТБ-100 негізіндегі бетондар үшін кубикті және призмалық беріктіктің (300-500кг/м³ шегінде байланыстыру шығындары кезінде 70-тен 100

МПа-ға дейін, ал жоғары сапалы толтырғыштарды пайдалану кезінде-150 МПа-ға дейін), су өткізбеушіліктің, сульфатқа төзімділіктің, аязға төзімділіктің (600-800 цикл және одан да көп) жоғары мәндері тән.

Минералды қоспалардың (кварц құмы, домна түйіршіктелген қожы немесе олардың қоспалары тең болғанда) тиісті мөлшерін енгізе отырып, байланыстырғыштағы цемент үлесінің 50%-ға дейін азаюы байланыстырғыш (СТБ-50) белсенділігінің 50-ден 80 МПа-ға дейін, бетонның беріктігі 60-70 МПа, аязға төзімділігі 400-600 циклден төмен емес біршама төмендеуіне әкеп соғады.

Құрамында клинкерлік бөлігі 30% (СТБ-30) бар байланыстырғыштың белсенділігі минералды қоспаның түріне байланысты 400-600 (40-60 МПа) маркалы портландцемент белсенділігіне сәйкес келеді және 200 циклдан төмен емес аязға төзімділігі кезінде 40-50 МПа кем емес бетондардың беріктігін алуды қамтамасыз етеді.

Олардың негізінде бетондарға және СТБ тән қасиеттердің ерекшеліктері олардың құрылымы элементтерінің механикалық тұрақсыздығы және әлсіз байланыстар бойынша цемент дәндерінің ішінара ыдырауына әкеп соғатын механикалық-химиялық активтендіру нәтижесімен байланысты. Бұл ретте көлем бірлігінде белсенді орталықтар саны айтарлықтай артады, бұл байланыстырғыштың құрамындағы минералды қоспаның кремнеземдік бөлігі түйіршіктерінің бетіне де жатқызылуы мүмкін. Авторлардың пікірі бойынша [5] механикалық активтендіру процесінде жоғары дисперсті және жоғары белсенді цемент бөлшектері мен белсенді минералды қоспаларды органикалық модификатор молекулаларымен (с-3 суперпластификатор) өзіндік тосқауылдау (капсулалау) жүреді, бұл қатты дисперсті фаза бөлшектерінің үстіңгі бетінің дисперсиялық ортамен – сумен өзара әрекеттесуіне өзіндік дайындығымен жалғасады. Бұл ретте, авторлар жұқа дисперсті клинкерлік минералдар мен модификатор молекулалары арасында механодеструкция және жүйені механикалық өңдеу процесінде түзілген құрылымдарды қайта құру есебінен органо-минералды кешендердің пайда болуын жоққа шығармайды. Полиминералды түйіршіктердің аморфизацияланған бетінде модификатор молекулаларының көрсетілген қабықшаларының фиксациясы және бекітілуі орын алады деп болжануда.

Ақырында, бұл ретте бастапқы цементтермен салыстырғанда СТБ су тұтынуының айтарлықтай (30-40% - ға) төмендеуіне қол жеткізіледі және байланыстырғыштың оны сақтау кезінде гидратациялық белсенділігінің ұзақ сақталуы қамтамасыз етіледі.

Осылайша, байланыстырғыш түйіршіктерді алу технологиясындағы физика-химия қағидаттарын практикалық іске асыру клинкерлік түйірлердің дисперсиялығын арттыру кезінде гидратациялық белсенділіктің, қаттылық пен беріктіктің жоғарылауы мен су тұтынудың ұлғаюынан, клинкерлік қорын сақтау және қарқынды жұмсау кезінде белсенділіктің тез жоғалуынан байқалатын осының жағымсыз салдарлары арасындағы дәстүрлі портландцементтерге тән қарама-қайшылықты болдырмауға мүмкіндік берді, бұл қазіргі жұқа ұнтақты цементтердің конструкцияларды ұзақ пайдаланған кезде "өзін-өзі реттеу" қабілеттілігін азайтады және олардың беріктігіне теріс әсер етуі мүмкін.

Аз су тұтынатын байланыстырғыштардың қасиеттерінің белгіленген ерекшеліктері, ол біріншіден, клинкерлік құрауыштың байланыстырғыш қасиеттерін барынша толық іске асыруға мүмкіндік беретін олардың гидратациясының ерекшеліктерімен түсіндіріледі, бұл 1-кестедегі деректерде келтірілген [6].

1-кестеде келтірілген мәліметтерден, алиттің СТБ-100 гидратация дәрежесі бастапқы портландцементке қарағанда, әсіресе алғашқы уақытта айтарлықтай төмен болады. Бұған СТБ-100 гидратация өнімдеріндегі әктің төмен мөлшері сәйкес келеді. Сонымен қатар, СТБ цемент тастарының беріктігі барлық мерзімде бастапқы портландцементтің беріктігінен айтарлықтай асып түседі.

Минералды қоспаны енгізген кезде клинкерлік бөлікте алит гидратация дәрежесі қоспа құрамы жоғары болған сайын артады, бұл клинкерлік құрамды гидратациялау кезінде бөлінетін байланыстырушы әк кремнеземді минералды қоспаның кремнеземді құрамдас бөлігінің өзара әрекеттесуінің салдары болып табылады.

Бұл жөнінде су тұтынуы төмен әртүрлі байланыстырғыштағы алиттің гидратация дәрежесін анықтау нәтижелері 2-кестеде келтірілген, оның ішінде СТБ – 40-СТБ-80, оның ішінде ЖЭО-22 Мосэнерго күл-шығысының тиісінше 60-20%-ы бар.

1 кесте – Бастапқы портландцемент және СТБ-100 цемент тастарының гидратация дәрежесі және беріктігі

Уақыт, тәу	Сығу кезіндегі беріктігі, МПа		Алит гидратациясы, %		Әк құрамы, %	
	ПЦ	СТБ-100	ПЦ	СТБ-100	ПЦ	СТБ-100
1	32,0	82,4	52,3	26,7	2,8	0,9
3	57,5	124,5	59,0	34,0	4,5	1,2
7	72,6	156,7	66,7	40,0	6,3	1
28	81,7	184,0	71,4	52,0	8,2	2,6
90	90,3	196,2	78,0	56,2	9,1	2,8
180	98,5	206,0	81,6	64,3	9,8	3,1

Пуццолан реакциясының салдары минералды қосымшасы бар су тұтынуы төмен гидратация өнімдеріндегі еркін әктің аз мөлшері болып табылады, ол 28 тәулік уақытында мыналарды құрайды: бастапқы портландцементте цемент тастарында – 9,4%, СТБ цемент тастарында-100 – 3,5%, СТБ-80 – 2%, СТБ-60 – 1,6%, СТБ-40 – 1,4%. Бұл минералды қоспалары бар (оның ішінде сульфатқа төзімділігі, сілтілеуге төзімділігі) СТБ негізінде бетондардың жоғары коррозиялық төзімділігін алдын ала анықтайды. Сонымен қатар жұмыста минералды қоспалармен, оның ішінде ұшпа күлімен СТБ ұқсас заттай құрамды ұсақ ұнтақталған цемент байланыстырғышпен (ТМЦВ) салыстырғанда, бірақ суперпластификаторды автономды қолдана отырып, болат арматураға қатысты бетондардың бастапқы қорғаныс қасиеттерін қамтамасыз ету бойынша да, ұзақ қатаю кезінде клинкер қорын сақтау бойынша да, сондай-ақ диффузиялық өткізгіштіктің көрсеткіші және булаудың құрылым сипаттамасы бойынша да айтарлықтай артықшылықтарға ие екендігі көрсетілді.

2 кесте – Байланыстырғыштың қалыпты қамырдан жасалған цемент тастағы алит гидратациясы дәрежесіне әсері (НГ)

Байланыстырғыш түрлері	Б/Байл	Алит гидротациясының дәрежесі, %		
		1 тәу	28 тәу	90 тәу
Бастапқы ПЦ	0,26	52	73	76
СТБ-100	0,175	26	54	62
СТБ-80	0,179	28	66	74
СТБ-60	0,18	29,5	68	78
СТБ-40	0,186	31	72	83

Қарастырылған деректерді талдау негізгі құрылыс-техникалық қасиеттері бойынша 70%-ға дейін минералды қоспалар (құм, күл, домна шлак) бар СТБ 400 маркалы дәстүрлі портландцементтермен салыстырылатынын көрсетеді. Бұл беріктілік қасиеттері мен аязға төзімділігі бойынша жоғары талаптар қойылмайтын құрылыс материалдары мен бұйымдарын дайындау үшін оның гидравликалық қасиеттерін барынша толық іске асыруды қамтамасыз ете отырып, байланыстырғыштың клинкерлік бөлігінің үлесін одан әрі қысқарту мүмкіндігіне сенім артуға мүмкіндік береді. Мұндай өнімдер ең алдымен бетон қабырға тастары болып табылады. МЕМСТ 6133 талаптарына сәйкес қабырға тастары қысу кезінде беріктігі бойынша маркаларға бөлінеді 25, 35, 50, 75, 100, 125, 150 және 200, ал аязға төзімділігі бойынша маркасы 50 циклден аспайды. Сонымен қатар, аз қабатты ғимараттарды (оның ішінде коттедж және усадьбалық типті) салу кезінде нақты құрылыс практикасында қабырға тастарының талап етілетін маркасы беріктігі бойынша әдетте 50-ден, ал аязға төзімділігі-25-50 циклден аспайды. Егер МЕМСТ 6133-84 стандарты бойынша қабырға тастарын дайындауға арналған бетон, егер сынаудан кейін үлгілердің беріктігінің жоғалуы бақылау үлгілерінің маркалық беріктігінің 25%-нан аспайтын болса (МЕМСТ 10060 бойынша-5%-дан аспайтын), онда қабырға тастары бетонының аязға төзімділігіне қойылатын талаптар әлі де жеңіл болар еді.

Жоғарыда айтылғандарды негізге алатын болсақ және қабырғалық тастардың конструктивтік ерекшеліктерін ескере отырып (бос орынның пішіні мен өлшемі), оларды дайындау үшін беріктігі бойынша бетонның неғұрлым қолданылатын маркасы 100-150 (бетон класы В7,5 - В12,5) маркасына сәйкес келеді. Бұйымдарды дірілмен нығыздау әдісімен және толтырғыштың дұрыс таңдалған түйіршік құрамында дайындау кезінде осы маркадағы бетон аязға төзімділігі бойынша талаптарды да қанағаттандырады. Сонымен қатар, қатты бетон

қоспаларын пайдалану қажеттілігі және ұсақ толтырғыштың саңылаусыздық қуысын толтыру үшін цемент қамырының жетіспеушілігі практикада цементтің артық жұмсалыуына және жобалық маркаға қатысты бетонның нақты беріктігінің айтарлықтай артуына алып келеді. Тез арада қалыптау үшін қажетті жаңа қалыпталған бұйымдардың тығыздығын және құрылымдық беріктігін төмендетпей осыны болдырмау, клинкерлік байланыстырғыштарды пайдалануға мүмкіндік береді, онда клинкерлік цементтің құрамы тек беріктілік және аязға төзімді талаптармен анықталатын болады, сондай-ақ болат арматураның пассивациясын қамтамасыз ететін клинкерлік цементтің ең аз шығыны қарастырылмауы мүмкін. Клинкерлігі төмен байланыстырғыштарды дайындау кезінде механохимиялық активтендіру процесі бірлескен ұсақтау процесінде әртүрлі минералдық компоненттердің көп құрамының салдарынан неғұрлым күрделі болып табылатынын ескеру қажет. Байланыстыру тұрғысынан ең белсенді суперпластификаторлар кальций оксиді мен гидроксиді, сондай-ақ гипстің түрлі түрлері болуы мүмкін. Сондықтан, біз $\text{CaO} + \text{C-3}$, $\text{Ca(OH)} + \text{C-3}$, гипс + C-3 қоспалары, сондай-ақ гидроксид пен кальций оксидінің инертті минералды компоненті (күм) сияқты модельдік жүйелерді алдын ала зерттеу жүргізуге шешім қабылдадық. Минералды қоспаны енгізу клинкерлігі төмен байланыстырғыш композицияларының нақты құрамына жақындауға ғана емес, сонымен қатар минералды компоненттен SiO_2 бар CaO , Ca(OH) арасындағы химиялық реакцияның гидратация өнімдерін пайдалану есебінен клинкерлігі төмен байланыстырғыш қоспалардың тұтқыр қасиеттерін арттыру мүмкіндігін анықтауға мүмкіндік берді.

Осыған байланысты механохимиялық активтендіру технологиясын және клинкерлігі төмен байланыстырғыштарды алу кезінде минералдық қоспалар ретінде әртүрлі техногендік өнімдерді кешенді пайдалану туралы мәселені қарастыру айтарлықтай практикалық қызығушылық тудырады. Бұл ретте, механохимиялық активтендіруді қолдана отырып, СТБ технологиясы бойынша байланыстырғыштарды дайындау оның су тұтынуын төмендетуге және клинкерлік құрамдастың гидраттық белсенділігін арттыруға ықпал етеді, бұл жиынтығында беріктілік қасиеттерінің артуына да, сондай-ақ олардың негізінде клинкерлігі төмен байланыстырғыштар мен бетондардың пайдалану сипаттамаларының артуына да әкелуі тиіс.

Әдебиеттер

1. C.S. Poon, Ann T.W. Yu, L.H. Ng (2001). On-site sorting of construction and demolition waste in Hong Kong. Resources, Conservation and Recycling, 32 (2), 157-172.
2. C.S. Poon, S.C. Kou, L. Lam (2002). Use of recycled aggregates in molded concrete bricks and blocks. Construction and Building Materials, 16(5), 281-289.
3. M.C. Nataraja, T.S. Nagaraj, S. Bhavanishankar, B.M. Ramalinga Reddy (2007). Proportioning cement based composites with burnt coal cinder. Materials and Structures, 40, 543-552.
4. Nataraja, M.C., Das Lelin (2011). Feasibility study for the production of non-structural light weight concrete using characterized cinder and GGBS. Indian Journal of Engineering and Materials Sciences, 18 (5), 361-369.
5. Бабаев Ш.Т., Башлыков Н.Ф., Сердюк В.Н. Основные принципы получения высокоэффективных вяжущих низкой водопотребности //Промышленность строительных материалов. Серия 3. Промышленность сборного железобетона. ВНИИЭСМ. – М., 1991, Вып.1.
6. Волженский А.В., Буров Ю.С., Колокольников В.С. Минеральные вяжущие вещества. – М., Стройиздат, 1973, 480с.

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ НИЗКОЙ ВОДОПОТРЕБНОСТИ

Т.Б. Ахметжанов, Ш.Б. Толеубаева

Высокоэффективные вяжущие вещества нового поколения сегодня получают с использованием многокомпонентных составов. В данной работе теоретически обоснована возможность получения малоклинкерных вяжущих с применением технологии механохимической активации. По такому принципу получают малоклинкерные вяжущие, содержащие отходы разного происхождения, включая зольные и шлаковые отходы. Процесс механохимической активации при изготовлении малоклинкерных вяжущих является более сложным вследствие большего содержания различных минеральных компонентов в процессе совместного измельчения. Данная технология основана на механической активации портландцемента или клинкера с минеральными

добавками и модификатором, содержащим водопонижающий компонент. Наиболее активными с точки зрения связывания суперпластификатора могут быть оксид и гидроксид кальция. Все это в совокупности должно привести как к увеличению прочностных свойств, так и к повышению эксплуатационных характеристик малоклинкерных вяжущих и бетонов на их основе.

Ключевые слова: вяжущие материалы, гидратация, малоклинкерные вяжущие, водопотребность, механохимическая активация.

TECHNOLOGY OF MANUFACTURING THE BINDING SUBSTANCES OF LOW WATER CONSUMPTION

T. Akhmetzhanov, Sh. Toleubayeva

Highly effective binders of the new generation today are produced using multi-component compositions. In this work, the possibility of obtaining low-binding binders with the use of mechanochemical activation technology is theoretically justified. According to this principle, low-linking binders containing waste of different origin, including ash and slag waste, are obtained. The process of mechanochemical activation in the manufacture of low-density binding binders is more complicated due to the higher content of various mineral components in the process of joint grinding. This technology is based on the mechanical activation of Portland cement or clinker with mineral additives and a modifier containing a water-lowering component. Calcium oxide and calcium hydroxide can be the most active from the point of view of superplasticizer binding. All this together should lead to both an increase in strength properties and an increase in the performance characteristics of low-binding binders and concretes based on them.

Key words: binders, hydration, low-clinked binders, water requirement, mechanochemical activation.

МРНТИ: 20.53.19

А.Ж. Ахметова, Л.Л. Ла

Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, г. Нур-Султан

АНАЛИЗ ДАННЫХ ИЗ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДА R/S-АНАЛИЗ

Аннотация: Данная статья посвящена проблемам анализа компьютерных социальных сетей. Речь идет о методе R/S анализа, которое можно использовать для прогнозирования изменения событий в социальных сетях. В статье описывается алгоритм относительно нового статистического метода – R/S анализа, описанного Гарольдом Херстом. Данный метод анализа временных рядов позволяет определить, является ли временной ряд случайным или персистентным, то есть обладающим долговременной памятью. Описаны данные, которые можно использовать как временные данные. Для проведения экспериментов была разработана программа с модулями извлечения и анализа данных. К временным данным, полученным из компьютерных социальных сетей, применяется алгоритм R/S анализа и делается вывод об их персистентном характере.

Ключевые слова: социальные сети, анализ социальных сетей, интернет, vkontakte, анализ данных, R/S анализ.

Социальные сети стали очень популярными в последние годы из-за растущего и доступности интернет-устройств, таких как персональные компьютеры, мобильные устройства и другие новейшие аппаратные инновации, такие как планшеты и т.д. Об этом свидетельствует растущая популярность многих онлайн-социальных сетей, таких как Twitter, vkontakte, Facebook и LinkedIn. В социальных сетях содержится огромное количество сетевых данных. Социальные сети могут быть как Facebook, которые явно предназначены для социальных взаимодействий, или такие как Flickr, которые предназначены для совместного использования контента, но они также позволяют пользователям взаимодействовать друг с другом в онлайн режиме. В общем, социальная сеть определяется как сеть взаимодействий или отношений, где узлы состоят из актеров, а ребра состоят из отношений или взаимодействий между этими участниками. Все эти данные дают нам возможность делать различного рода анализы.

Анализ социальных сетей можно использовать для исследования взаимодействий между пользователями социальной сети, прогнозирования их дальнейшего поведения, классификации пользователей и сообществ, моделирования информационных потоков в сетях.