

ISSN 2091-5527

№ 2/2026

Ўзбекистон

# **K**ompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал

**Композиционные материалы**

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВЫБРАННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ ИХ СОВМЕСТИМОСТЬ С ВОДОРАСТВОРИМЫМ ПОЛИМЕРОМ И СТРУКТУРИРОВАНИЕ В СИСТЕМЕ ЦЕМЕНТ-МИКРОКРЕМНЕЗЕМ И РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ СОСТАВОВ КОМПОЗИЦИОННЫХ ТАМПОНАЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ИХ ОСНОВЕ

Негматов Сайибжан Садыкович, Абед Нодири Сойибжоновна,  
Талипов Нигматулла Хамидович, Салимова Саодат Ашуровна,  
Панжиев Олимжон Холлиевич, Икрамова Мукаддас Эралиевна

*Государственное учреждение «Фан ва тараккиёт» при ТашГУ им. И. Каримова*

**Аннотация.** В статье приведены результаты исследований физико-химических, механических и технологических свойств минеральных ингредиентов, их совместимость с водорастворимыми полимерами и структурирование в системе цемент-микрокремнезем. На основе полученных экспериментальных результатов были разработаны эффективные составы композиционных тампонажных материалов для применения цементации нефтегазовых скважин.

**Ключевые слова:** микрокремнезем, физико-химико-механические свойства, минеральные ингредиенты, тампонаж, суперпластификатор, портландцемент.

**Введение.** В мире последние годы имеет повышенный интерес к созданию эффективных тампонажных композиционных материалов и облегченных растворов с их использованием для изготовления и улучшения качества крепления стенок нефтегазовых скважин и обеспечение герметизации крепления в виде покровной пленки на месторождениях с низким градиентом гидроразрыва, что требует разработки новых и применение облегченных композиционных материалов и тампонажных растворов на их основе. Большое значение в этой связи имеет разработка новых эффективных составов и технологии получения тампонажных композиционных материалов и облегченных растворов на их основе для цементации стен нефтегазовых скважин.

Исходя из анализа существующих работ, следует отметить, что вопросы повышения работоспособности и эффективности нефтегазовых скважин связан с разработкой и применением тампонажных композиционных материалов на их основе. К сожалению большинство применяемых облегченных тампонажных цементов имеют не высокие реологические, физико-механические и технологические свойства, а также имеют значительную усадку и низкую прочность.

**Целью исследования** является разработка эффективных тампонажных композиционных материалов на основе местного сырья и отходов производств с высокими реологическими, физико-механическими и технологическими свойствами для крепления стенок нефтегазовых скважин, обеспечивающих повышение их работоспособности, долговечности и эффективности.

**Объекты исследования** является портландцемент, микрокремнезем, являющийся

производственным отходом АО «Узметкомбинат», суперпластификатор, тонкомолотый строительный известь.

**Методы исследования.** Удельную поверхность тампонажных композиционных материалов определяли на приборе ПСК-4, прочность при изгибе и сжатии определяли на гидравлическом прессе марки ПГМ-500 МГ4А. При этом, образцы из тампонажных композиционных материалов готовили стандартные образцы размером 4x4x16 см из теста нормальной плотности. Реологические характеристики определяли вискозиметром.

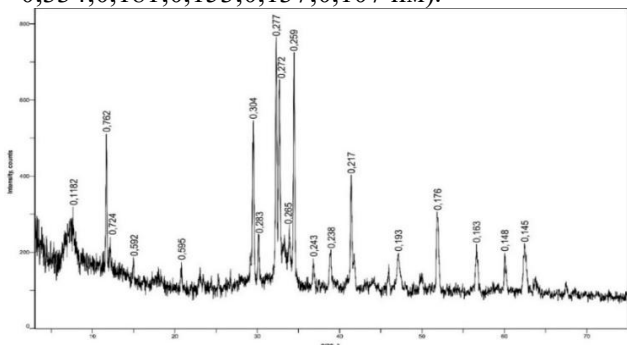
**Результаты исследования и их анализ.** Для разработки цементно-микрокремнеземистой композиции использован портландцемент цементного завода «Кизилкуцемент» марки М400 Д0, испытанный в соответствии с требованиями ГОСТ 10178-85 и в качестве высокодисперсной активной добавки использовали микрокремнезем, образующееся в качестве отхода в производстве ферросилиция и его сплавов на АО «Узметкомбинат» (г. Бекабад). Для модификации цементно-микрокремнеземистой композиции в качестве водопонижительной добавки использован суперпластификатор «Полипласт СП-1». В работе использован тонкомолотый негашеная известь отвечающим требованиям ГОСТ 9179-2018, который состоит в основном из оксид кальция, а также оксид магния, образующийся при термическом разложении карбоната кальция или карбоната кальция-магния. В процессе проведение экспериментальных исследование изучен химические составы исходных материалов. Результаты определение химических составов отобранных исходных материалов приведены в таблице 1.

Таблице 1

**Химический состав исходных материалов для производства цементно-микрокремнеземистой композиции**

№	Материал	Содержание оксидов, масс. %								
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O	ППП	Сумма
1	Портландцемент	23,96	4,70	0,79	66,76	2,86	0,57	0,30	-	100,0
2	Микрокремнезем	93,77	0,90	0,22	1,20	1,30	0,20	0,59	1,82	100,0
3	Строительный известь	2,05	0,62	2,27	89,08	2,70	1,02	1,21	1,05	100,0

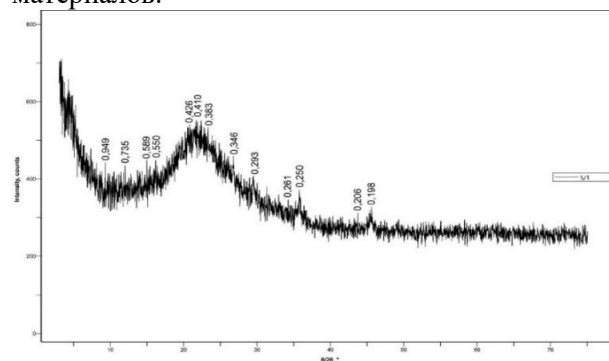
Для определения фазового состава цемента и микрокремнезема был выполнен рентгенофазовый анализ (рис. 1. и 3). При расшифровке полученных рентгенограмм установлено, что портландцемент состоит в основном из следующих минералов C<sub>3</sub>S (d/n = 0,303; 0,296; 0,260, 0,218; 0,192; 0,176 нм), C<sub>2</sub>S- (d/n = 0,385; 0,277; 0,272; 0,260; 0,208 нм.), C<sub>3</sub>A- (d/n = 0,273; 0,269; 0,216; 0,202; 0,192; 0,154 нм). C<sub>4</sub>AF- (d=0,269; 0,264; 0,218; 0,204; 0,192; 0,182 нм)., 2CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·SiO<sub>2</sub> – (d/n = 0,371; 0,306; 0,285; 0,240; 0,204; 0,172; 0,152; 0,137) нм), и небольшого количества SiO<sub>2</sub>- (d/n = 0,334; 0,181; 0,153; 0,137; 0,107 нм).



**Рис. 1 - Рентгенограмма портландцемента Навоийского цементного завода**

Конденсированный микрокремнезем является ультрадисперсным материалом с высокой пуццолановой активностью. Он состоит из микроскопических сферических частиц аморфного кремнезема и включает в себя оксиды кремния, алюминия, железа, кальция, магния, калия, углерода и серы. Благодаря своей дисперсности и химическому составу, микрокремнезем является эффективной минеральной добавкой, способствующей улучшению характеристик композиционных вяжущих. На рисунке 2 приведена дифрактограмма микрокремнезема. На дифрактограмме

«Узмедкомбината» (рис. 2) основным компонентом материала выступает аморфный кремнезем (SiO<sub>2</sub>), что подтверждается характерным широким диффузным пиком в диапазоне 2θ ≈ 20–30°. Эти характеристики указывают на аморфное состояние вещества и подтверждают высокую пуццолановую активность микрокремнезема, что делает его эффективным компонентом для использования в составе композиционных тампонажных материалов.



**Рис. 2 - Дифрактограмма микрокремнезема АО «Узмедкомбинат»**

Суперпластификатор нового поколения «Полипласт СП-1», созданный на основе поликарбоксилатных эфиров, обеспечивает высокую подвижность и связность растворных смесей облегченного тампонажного цемента при низких значениях водоцементного отношения, а также сохраняет их свойства на протяжении длительного времени.

В ходе проведения экспериментальных исследований по разработке цементно-микрокремнеземистых композиции было приготовлено семь составов методом гомогенизации в лабораторной мельнице. Разработанные составы смесей для получения цементно-микрокремнеземистых композиций, условно названный ЦМК-ВП, представлены в таблице 2.

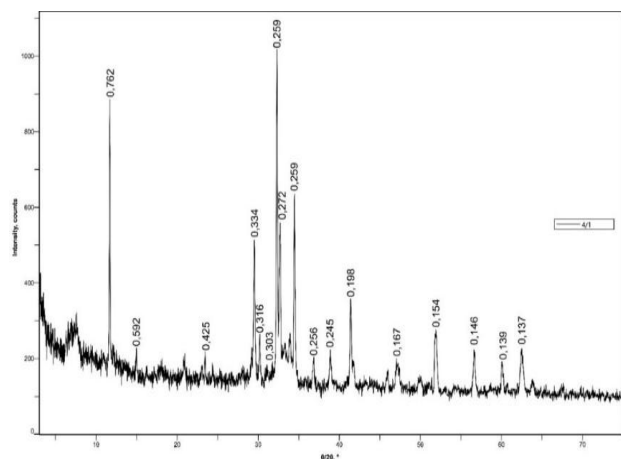
Таблица 2

**Состав смеси для получения цементно-микрокремнеземистых композиций класса ЦМК-ВП для производства облегченных тампонажных цементов**

№	Компоненты	Соотношение компонентов, масс. %						
		ЦМК-ВП1	ЦМК-ВП2	ЦМК-ВП3	ЦМК-ВП4	ЦМК-ВП5	ЦМК-ВП6	ЦМК-ВП7
1	Портландцемент	100	97,5	95,0	92,5	90,0	87,5	85,0
2	Микрокремнезем	-	2,5	5,0	7,5	10,0	12,5	15,0
3	Известь	-	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0

Фазовый состав разработанных композиций был определен с использованием рентгенофазового анализа. На рисунке 9 представлена дифрактограмма цементно-микрокремнеземистой композиционной смеси, содержащей 10% микрокремнезема, 5% извести и 0,75% суперпластификатора. Дифрактограмма цементно-микрокремнеземистого композиционного состава (Рис. 3) показывает наличие характерных фаз цементного камня и аморфного микрокремнезема. Основные пики соответствуют фазам цементно-микрокремнеземистого композиционно-тампонажного цемента является мономинералы цемента,  $\text{SiO}_2$  инебольшого количество  $\text{CaO}$ .

На основании проведенных исследования установлено, что добавление микрокремнезема и суперпластификаторов в тампонажные смеси значительно улучшает процесс гомогенизации и их физико-химические и технологические свойства. Микрокремнезем повышает удельную поверхность вяжущих, в процессе твердение уплотняет структуру и снижает водоотделение, однако повышает водопотребность и удлиняет сроки схватывания.

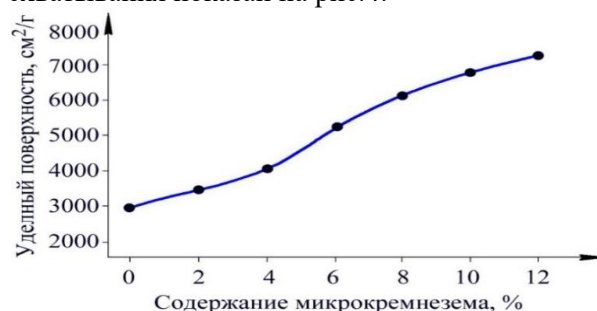


**Рис. 3. Дифрактограмма цементно-микрокремнеземистой цементной композиции, содержащей 10% микрокремнезема, 5 % извести и 0,75 % суперпластификатора**

Изучение изменения удельной поверхности композиционных вяжущих полученных с применение тонкодисперсной активной добавки-микрокремнезема показало, что с увеличением содержания микрокремнезема до 12,5% удельная поверхность достигает 7600  $\text{cm}^2/\text{g}$ . Результаты изменения удельной поверхности композиционных смешанных вяжущих представлены на рис. 4.

На основании проведенных исследования установлено, что добавление микрокремнезема и суперпластификаторов в тампонажные смеси

значительно улучшает процесс гомогенизации и их физико-химические и технологические свойства. Микрокремнезем повышает удельную поверхность вяжущих, уплотняет структуру и снижает водоотделение, однако повышает водопотребность и удлиняет сроки схватывания. результаты исследование изменение сроков схватывания показан на рис.4.



**Рис. 4. Изменение удельной поверхности композиционных вяжущих от содержания микрокремнезема**

Материалы применяемые в нефтегазовой промышленности для бурении нефтяных и газовых скважин должны имеет хорошую растекаемости повышенными прочностными характеристиками. В связи тем проведении исследование по изучению реологические характеристики разработанных цементно-кремнеземистых композиции.

Для изучения влияния микрокремнезема на реологические характеристики и прочностные характеристики разработанных композиционных вяжущих определяли нормальную густоту растворной смеси и готовились стандартные образцы размером  $4 \times 4 \times 16$  см из теста нормальной густоты.

Известно, что сроки схватывания цементов зависят от нормальной густоты, тонкости помола и различных добавок. В связи с этим были проведены исследования по изучению влияния содержания микрокремнезема на сроки схватывания растворных смесей на основе композиционных вяжущих содержащего микрокремнезема и строительной извести.

Для определения сроков схватывания разработанных композиционных вяжущих был использован прибор «Вика». Исследования показали, что с увеличением содержания микрокремнезема возрастает как начало, так и конец схватывания растворной смеси

Известно, что расчетная продолжительность процесса цементирования обсадной колонны не должна превышать 75 % времени начала загустевания тампонажного раствора. Результаты определения сроков схватывания разработанных облегченных цементов в зависимости от содержания микрокремнезема приведены в таблице 3.

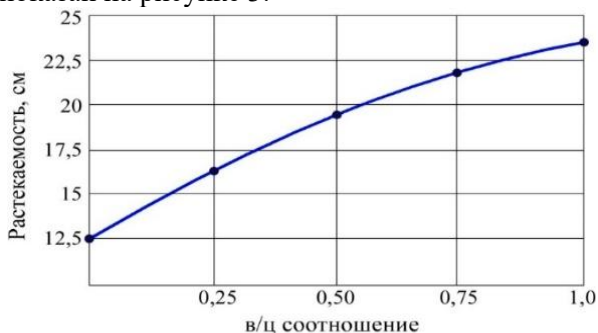
Таблица 3

**Влияние содержания микрокремнезема на водоцементное (В/Ц) соотношение и на сроки схватывания облегченного тампонажного цементного раствора**

№	Компоненты (масс %)			Водо-цементное соотношение	Время схватывания, ч-м	
	Портланд-цемент М400 Д0	Микро-кремнезем	Строительная известь		начало	конец
1	100	-	-	0,40	2-56	4-37
2	97,5	2,5	5,0	0,50	3-30	5-04
3	95,0	5,0		0,53	3-33	5-45
4	92,5	7,5		0,55	3-50	7-42
5	90,0	10,0		0,57	4-00	8-00
6	87,5	12,5		0,60	4-15	8-25
7	85,0	15,0		0,62	4-35	8-40

Растекаемость тампонажных растворов смеси зависит от количества воды добавленной в раствор. В связи тем проведены исследование водопотребности разработанных облегченных композиционных цементов на растекаемость растворов смесей. Под нормальной густотой понимается такая консистенция растворной смеси, которая обеспечивает его достаточную текучесть водной раствор облегченного тампонажного раствора при крепления стен нефтегазовых скважин в процессе бурения.

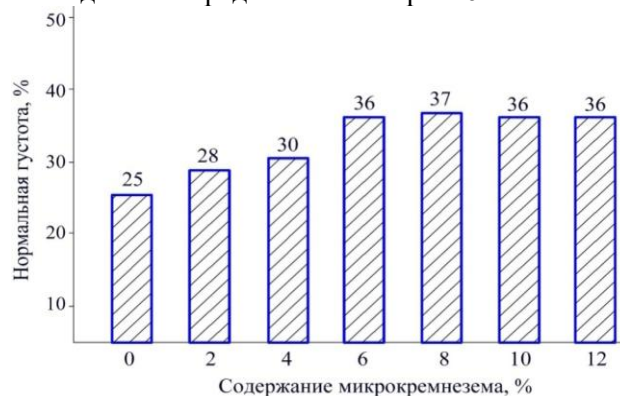
Растекаемость растворной смеси облегченных тампонажных цементов зависит от количество воды, которое нужно для получения теста нормальной густоты цементного теста, т.е. количеством воды, обеспечивающим ему достаточную подвижность. Проведенные лабораторные исследования показали, что с введением микрокремнезема в композиционную смесь растекаемость цементно-микрокремнеземистых композиции увеличивается на 14-15 %, при этом удлиняется срок схватывания композиционной растворной смеси и замедляется процесс гидратации цементно-микрокремнеземистого композиционного вяжущего. Увеличение водопотребность цементно-микрокремнеземистых композиций приводит к повышению растекаемости растворов смесей. Результаты влияния водопотребности на растекаемость показан на рисунке 3.



**Рис. 5. Изменение растекаемости цементно-микрокремнеземистых композиции от водоцементного соотношения**

Проведенные исследования показали, что микрокремнезем, благодаря своей высокой дисперсности, требует значительно больше воды для смачивания частиц по сравнению с исходным портландцементом. Средний размер частиц микрокремнезема составляет 0,65–0,75 мкм, что значительно меньше среднего размера частиц цемента, равного 6,0 мкм. Нормальная густота и водопотребность цементного теста определяется количеством воды, необходимым для получения теста нормальной густоты, то есть консистенции, соответствующей определенным требованиям.

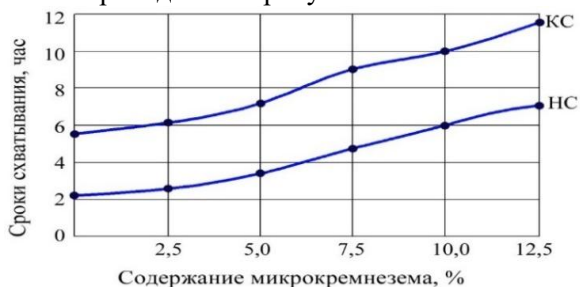
Установлено, что введение микрокремнезема в композиционную смесь приводит к повышению нормальной густоты растворов смесей, Установлено, что с повышением количество микрокремнезема до 12,5 % нормальной густоты растворов смесей повышается до 36-37%.и. Результаты исследования представлены на рис. 6.



**Рис. 6. Изменение нормальной густоты композиционных вяжущих для производства теплоизоляционных материалов от содержания микрокремнезема**

При изучение реологических свойств лабораторных образцов, в начале исследован влияние микрокремнезема на изменение сроков схватывание. Для определения сроков схватывания разработанных композиционных вяжущих был использован прибор «Вика».

Исследования показали, что с увеличением содержания микрокремнезема увеличения водо:цементного соотношения, при этом возрастает как начало, так и конец схватывания растворной смеси. Полученные результаты изменение сроков схватывания растворных смесей приведены на рисунке 7.



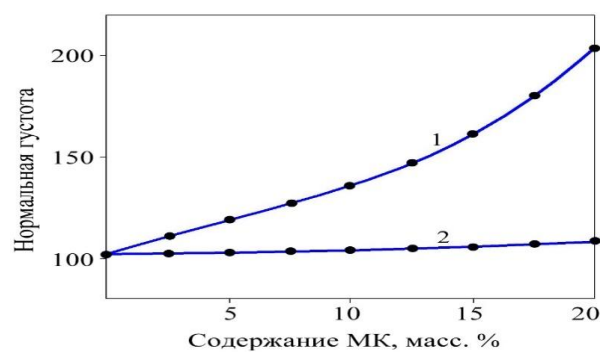
**Рис. 7. Изменение сроков схватывания цементно-микрокремнеземистого вяжущего от содержания микрокремнезема**

Из рисунка 7 видно, что с повышением содержания микрокремнезема в растворных смесях на основе разработанных композиции начало схватывания удлиняется до 6,5 часов, а конец схватывания до 11,5 часов.

Удлинение сроков схватывания растворных смесей на основе разработанных композиции можно объяснить отчетливым увеличением активной поверхности зерен цемента с увеличением содержания тонкодисперсной добавки в композиционной системе. Установлено, что в результате увеличивается площадь поверхности растворной смеси и повышение водопотребности соотношение приводит к ускоряются скорость взаимодействия клинкерных минералов с водой и протекание всех процессов схватывания цемента.

Известно, что применение суперпластификатор «Полипласт СП-1», созданный на основе поликарбоксилатных эфиров, обеспечивает высокую подвижность и связность растворных смесей облегченного тампонажного цемента при низких значениях водоцементного отношения, а также сохраняет их свойства на протяжении длительного времени. Результаты исследование показали, суперпластификатор положительно влияет на процесс активации минеральной добавки и обеспечивает отталкивание частиц твердой фазы.

Результаты исследований показали, что увеличение содержания микрокремнезема и суперпластификатора в смеси до 0,75 % приводит к повышению растекаемости. Применение суперпластификатора способствует повышению растекаемости и снижению нормальной плотности растворной смеси.



1- без суперпластификатора; 2- 0,75 % суперпластификатор СП-1

**Рис. 8. Влияние содержания суперпластификатора на нормальную плотность цементно-микрокремнеземистой композиционной растворной смеси**

Из рисунка видно, что с увеличением содержания микрокремнезема в композиции растекаемость растворной смеси без суперпластификатора (кривая 1) значительно возрастает, достигая более 200 мм при содержании 20% микрокремнезема. Добавление 0,75% суперпластификатора СП-1 (кривая 2) позволяет существенно снизить нормальную плотность: при том же содержании микрокремнезема показатели снижаются до 150 мм, что улучшает гомогенизацию и соответственно технологичность и удобоукладываемость смеси.

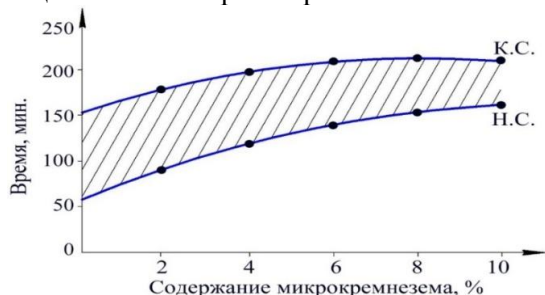
Установлено, что суперпластификатор СП-1 снижает нормальную плотность и повышает растекаемость смесей, обеспечивая их эффективное использование в сложных условиях. При достижении оптимального состава смеси обеспечивается соответствие требованиям для надежного цементирования обсадных колонн.

Исследования показали, что добавление микрокремнезема и суперпластификаторов в облегченных тампонажные смеси значительно улучшает процесс гомогенизации и их физико-химические и технологические свойства. Микрокремнезем увеличивает удельную поверхность облегченных тампонажных вяжущих, в процессе гидратации уплотняет структуру и снижает водоотделение, однако повышает водопотребность и удлиняет сроки схватывания.

Проведенные исследование реологических свойств разработанных композиции показали, что сроки схватывания цементов зависят от нормальной плотности, тонкости помола и различных добавок. В связи с этим были проведены исследования по изучению влияния содержания микрокремнезема на сроки схватывания растворных смесей на основе

облегченных композиционных вяжущих, предназначенных для применение в нефтегазовой отрасли.

Для определения сроков схватывания разработанных композиционных вяжущих был использован прибор «Вика». Исследования показали, что с увеличением содержания микрокремнезема возрастает как начало, так и конец схватывания растворной смеси.



**Рис. 9. Влияние микрокремнезема на схватывание композиционных вяжущих (Н.С. - начало схватывания, К.С. - конец схватывания)**

Результаты исследований показали, что добавка микрокремнезема даже в количестве 2–5% способствует уплотнению структуры переходной зоны за счет заполнения свободных пространств в кристаллической структуры. Это приводит к уменьшению размера кристаллов и упрочнению слабой зоны затвердевшей растворной смеси, а также повышает сцепление цементной матрицы.

Установлено, что повышенная водопотребность композиционных вяжущих, вызванная увеличением содержания микрокремнезема, замедляет процесс гидратации, что приводит к удлинению сроков схватывания композиционной растворной смеси.

Разработанные составы и результаты изучению реологических характеристик цементно-микрокремземистой композиции класса ЦМК-ВП приведены в таблице 4.

**Таблица 4**

**Разработанные составы и реологические свойства цементно-микрокремземистой композиции класса ЦМК-ВП**

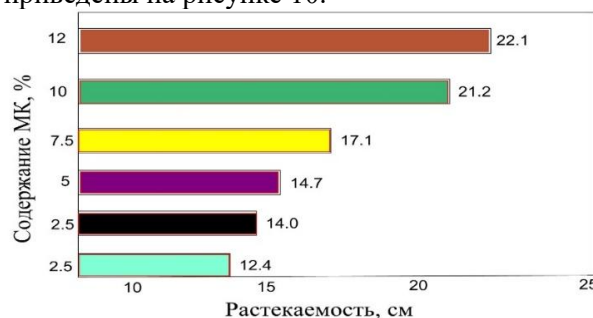
№	Состав, масс. %			Удельный поверхность, см <sup>2</sup> /г	Нормаль ная густота, %	Сроки схваты- вания, мин	
	Портланд- цемент	Микро кремнезем	Известь			Начало	конец
ЦМК-ВП 1	100,0	-		2950	0,26	120	195
ЦМК-ВП 2	92,5	2,5	5,0	3650	0,28	120	205
ЦМК-ВП 3	90,0	5,0		4450	0,31	135	210
ЦМК-ВП 4	87,5	7,5		4950	0,36	150	225
ЦМК-ВП 5	85,0	10,0		5550	0,37	165	235
ЦМК-ВП 6	82,5	12,5		5600	0,37	170	230

Результаты исследования показывают, что увеличение содержания микрокремнезема в композиции сопровождается ростом удельной поверхности до 5600 см<sup>2</sup>/г, что существенно повышает водопотребность растворной смеси (с 25% до 37%). Одновременно с этим наблюдается увеличение сроков схватывания: начало схватывания сдвигается до 220 минут, а конец – до 370 минут при максимальном содержании микрокремнезема. Эти данные подчеркивают необходимость точной оптимизации состава для обеспечения баланса между реологическими характеристиками и технологическими требованиями.

Основным свойством тампонажных цементов является растекаемость и нормальная густота растворной смеси. В связи тем нами изучен процесс растекаемость композиционных смесей полученных на основе цементно-микрокремземистого композиционного вяжущего, полученных в лабораторных условиях. Установлено, что для получение равноподвижных смесей с осадкой стандартного

конуса 12±2 см. с применением смесителя при общей продолжительности перемешивания необходимо 8 минут.

В связи тем нами проведены исследования по изучению влияния содержания микрокремнезема на растекаемость растворной смеси на основе цементно-микрокремземистой композиции класса ЦМК-ВП. Полученные результаты по изучению растекаемости облегченных тампонажных цементов приведены на рисунке 10.



**Рис. 10. Влияние содержание микрокремнезема на растекаемость облегченного тампонажного цемента**

## СОДЕРЖАНИЕ

## 1. Химия и физикохимия композиционных материалов и нанокomпозитов

- Негматов С.С., Абед Н.С., Талипов Н.Х., Салимова С.А., Панжиев О.Х., Икрамова М.Э.** Исследование физико-химико-механических и технологических свойств выбранных минеральных ингредиентов их совместимость с водорастворимым полимером и структурирование в системе цемент-микрокремнезем и разработка эффективных составов композиционных тампонажных материалов на их основе..... 3
- Касимова М.Н., Негматова К.С., Икрамова М.Э., Бабаджанова М.А., Лапасова Ф.А.** Исследование свойств композиционных красителей на основе солей поливалентных металлов, применяемых для крашения природных волокон и тканей на их основе ..... 9
- Негматов С.С., Хурсанов А.Х., Негматов Ж.Н., Абед Н.С., Икрамова М.Э., Рахимов Х.Ю., Курбонов У.М., Бозоров Д.** Разработка инновационной технологии получения композиционных химических флотореагентов – вспенивателей на основе органоминеральных ингредиентов с использованием местного сырья и отходов производств для извлечения цветных, редких и благородных металлов из пульпы медно-молибденовой руды ..... 13
- Mengliyeva A.N., Kamalova D.I., Sultonov S.O’.** Polimer kompozit materiallar tuzilishining mexanik xossalarga asosiy ta’siri ..... 15
- Inog’omov S.Y., Asrorov U.A.** Natriy-karboksimetiltellyuloza va poliakrilamid asosida olingan interpolimer kompleksini reologik xossalari o’rganish ..... 19
- Bobonazarova S.H.** 2-xlor-n-tolilatsetamidlarining 8-oksixinolin alkaloidi bilan nukleofil almashinish reaksiyalari ..... 25
- Амонова М.М., Рашитова Ш.Ш.** Термик фаоллаштирилган сапропель асосидаги сорбентларининг физик-кимёвий ва адсорбцион хусусиятлари ..... 27
- Mamirov A.M., Olimov L.O.** Tarkibiga ishqoriy metall atomlari kiritilgan granullangan kremniy kompozit nanozarralari mikrotuzilmasi va morfologiyasi ..... 30
- Сидрасулиева Г.Б., Айтмуратова А.Е., Муяссарова Р.И., Есиркепова В. К., Нурымбетова М.Т., Каттаев Н.Т., Акбаров Х.И.** Синтез и фотокаталитические свойства нанокomпозита O-g-C<sub>3</sub>N<sub>5</sub>/ZnO ..... 33
- Негматов Ж.Н., Хурсанов А.Х., Негматов С.С., Бозоров Д., Курбонов У.М., Негматова К.С., Абед Н.С., Рахимов Х.Ю., Эрнийёзов Н.Б., Бозоров А.Н.** Композиционные химические флотореагент-вспениватель для извлечения цветных и благородных металлов в процессе флотации из пульпы медно-молибденовых руд ..... 36
- Каримова Г.Ш., Гафуров Д.Н., Бозорова Н.Х.** Нанокomпозиты, полученные на основе полимеров и слоистых силикатов ..... 39

## 2. Физико-механика и трибология композиционных материалов

- Абед Н.С., Негматов С.С., Бухаров С.Н., Сергиенко В.П., Косимов Ш.Б., Туляганова В.С., Бозоров А.Н., Шамсиева С.С., Эшкobilов О.Х., Джабаров Б.Т.** Исследование трибозлектрических процессов в полимерных покрытиях при взаимодействии с хлопком-сырцом ..... 42
- Косимов Ш.Б., Абед Н.С., Негматов Ж.Н.** Исследование работоспособности и долговечности созданных деталей рабочих органов хлопкоперерабатывающих машин и механизмов из антифрикционных и антифрикционно-износостойких полипропиленовых композиционных материалов.. 45
- Хаминов Б.Т.** Ультрадисперс титан карбид билан модификацияланган вольфрам карбид кобальтти қаттиқ қотишма бармоқларини руда майдалаш цехлариде эксплуатацион шароитда апробациядан ўтказиш ..... 47
- Tursunbayev S.A., To‘raxo‘jaeva A.N. Rizayeva N.M., Mahmudov F.M., Nurdinov Z.B.** Alyuminiy qotishmalarining suyuqoquvchanliligiga titan elementining ta’siri ..... 49
- Ахмеджанов Ю.А., Махмудова Н.Х.** Определяющие соотношения процесса вспучивания композиционных материалов ..... 51