

ISSN 2091-5527  
№ 1/2025

Ўзбекистон

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

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал  
**Композиционные материалы**

## ПРИМЕНЕНИЕ КОЛЛАГЕНА В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА ЦЕМЕНТА

<sup>1</sup>Худанов У.О., <sup>2</sup>Кадиров Т.Ж., <sup>2</sup>Шарифов Г.Н.<sup>1</sup>Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности<sup>2</sup>Джизакский государственный педагогический университет

**Аннотация:** Химия коллагена в основном связана с разработкой новых способов получения комплексных соединений, изучения модификации структур. Перспективное и углубленное развитие таких проблем определяется тоже полимерной химией. Интенсифицирующее действие поверхностно-активных веществ и коллагена, образующих адсорбционно-активную среду, связано со снижением прочности измельчаемого материала на стадии грубого помола. Уменьшением налипания и агрегирования на стадии тонкого измельчения, а также с повышением текучести цемента.

**Ключевые слова:** модификация, поверхностно-активные вещества, цемент, интенсификация, коллаген, интенсификатор.

**Введение.** Эффективность интенсификатора помола цемента повышается при измельчении клинкеров с высокой дефектностью структуры и с высокими адгезионно аутогезионными свойствами; снижается при помолу клинкера с легкоизмельчаемыми пористыми добавками, а также с добавками снижающими степень налипания (песок, трепель, шлаки) с увеличением влажности шихты более 1,5 - 2% [1].

Кроме этих исследований мы провели работу по влиянию коллаген+ПАВ (к -1 на коэффициент размалываемости клинкера цементного завода. Существует несколько способов интенсификации помола цементного клинкера. Один из них способ интенсификации помола цементного клинкера, заключающийся в совместном помолу клинкера, двухводного гипса и поверхностно -активной добавки-продукт поликонденсации сульфит модифицированных метакрезолмелоаминоформальдегид - смол в количестве 0,2 -1% от массы цемента.

Для объяснения влияния состава коллаген+ПАВ на дисперсность цементов остановимся на механизме адсорбции. На их поверхности имеются два типа активных центров - кальциевые и кислородные, причём для активации последних необходимо присутствие воды, обеспечивающей их протонизацию [1-2]. Активные центры, ранее приписывающиеся кремнию и алюминию (железу), теперь также рассматривают как кислородные, специфика которых проявляет - наличии неполностью скомпенсированных дополнительных валентных сил, зависящих от центрального атома металла в кислородном тетраэдре. Основные структурные дефекты клинкерных частиц - границы кристаллов, дефекты упаковки, дислокации - характеризуются избытком кальция и представляют собой преимущественно зоны кальциевых центров.

Анионактивные ПАВ, к которым относятся все кислоты и их соли (в том числе сульфокислоты, лигносульфоновые, жирные кислоты и т.п.), сорбируясь в основном на кальциевых центрах, способствуют раскрытию в трещинах основных структурных дефектов клинкерных частиц, тем самым анионактивные коллаген+ПАВ порождают при помолу большое количество мелких частиц. Рост выхода мелкой фракции (пыление) характерен для интенсифицирующего действия на помол цемента, например, при введении таких ПАВ, как обычные технические лигносульфонаты, жирные кислоты (гидрофобизирующие ПАВ), в том числе их водорастворимые соли типа мылонафта.

**Методы.** Эффективность поверхностно-активных веществ определялась по качеству остатка на сите №008 и производительности помольного агрегата на основании поправочного коэффициента на тонкость помола. Помол портландцементного клинкера производился в лабораторной двухкамерной шаровой мельнице. За время лабораторных экспериментов сохранялись постоянными: коэффициент заполнения мельницы, масса мелющих тел и клинкера, его гранулометрический состав, продолжительность помола. Изменялся состав и концентрация поверхностно активных веществ. Время помола как без добавок, так и с добавками было одинаковым - 90 мин. Добавка подаётся в камеру в тонкодисперсном состоянии. За эталон сравнения приняты размалываемость клинкера без добавок и с добавкой триэтаноламина, который широко применяется в практике производства цемента.

Из результатов ситового анализа видно, что все исследуемые поверхностно -активных веществ, как и широко применяемый ТЭА, хорошо интенсифицируют процесс помола, повышают производительность помольного агрегата на 30 -47%. Оптимальными

концентрациями являются 0,03 -0,05% от веса клинкера.

**Результаты.** Анализ полученных данных показал, что применение поверхностно - активных веществ в указанных количествах дало снижение удельного расхода электроэнергии при помоле до остатка на сите № 008 R =10% на 17,5 -25%. Из таблицы видно, что величина удельной поверхности S возрастает при добавке к -1 из клинкера завода на 350 - -800 см<sup>2</sup>/г, при добавке к -2 - на 15 -600 см<sup>2</sup>/г, при добавке к -3 - на 100 -230 см<sup>2</sup>/г. Из клинкера комбината строительных материалов величина S возрастает при добавке к -1 на 700 -

-820 см<sup>2</sup>/г, при добавке к -2 - на 50 -160 см<sup>2</sup>/г, при добавке к -3 на 50 -100 см<sup>2</sup>/г, а при добавке ТЭА эта величина меньше, чем у цемента без добавок. Это объясняется тем, что ТЭА, адсорбируясь на поверхности зерен, сильно влияет на физические свойства, увеличивая текучесть цемента [1]. По -видимому, с увеличением текучести у цемента теряется сопротивляемость к воздухопроницаемости. Для изучения этого явления нами был проведён эксперимент по размолу цементов до удельной поверхности примерно 5000 с оптимальными концентрациями поверхностно-активных веществ (табл.1).

Таблица 1.

**Влияние коллаен+ПАВ на показатели процесса измельчения известняка**

Добавка	Кол.-во коллагена %	Остаток на сите 008, %	Удельная поверхность, р см <sup>2</sup> /г	Удельный расход: энергии, кВт.ч/т	Повышение производительности помольных агрегатов, %
Без добавки		14	2500	41,0	-
к -1	1,0	5,00	2600	33,0	30,0
	1,0	4,75	2650	32,5	32,5
к -2	1,0	5,50	2620	33,0	26,0
	1,0	5,00	2680	33,0	30,0
к -3	1,0	5,50	2600	33,0	26,0
	1,0	4,75	2600	32,5	32,5

Из результатов ситового анализа видно, что все исследуемые коллаен+ ПАВ хорошо интенсифицируют процесс помола, повышают производительность помольного агрегата. Из таблицы видно, что величина удельной поверхности возрастает при добавке к -1 на 100 -150 см<sup>2</sup>/г, при добавке к -2 на 120 -180 см<sup>2</sup>/г, при добавке к-3 на 100 см<sup>2</sup>/г.

При изучении процесса измельчения известняка с различными в лабораторной шаровой мельнице было установлено, что в данной стадии процесса зависимость изменения E материалах содержания частиц более 80 мкм от времени помола близка к прямой.

Влияние коллагена на показатели процесса измельчения клинкеров.

Таблица 2.

Наименование добавки	Концентрация добавки, % к весу цемента.	Дисперсность цементов		Удельный расход э/энергии, кВт. ч/т	Повышение производительности помольного агрегата, %.
		$\sum R_{008}=10\%$	S см <sup>2</sup>		
Клинкер завода без добавок	-	10	2650	40,0	-
ТЭА	0,015	4,25	2600	32,0	37,5
	0,03	4,00	2620	31,5	40,0
	0,05	4,75	2600	32,5	32,5
	0,10	5,50	2640	33,0	26,0
к -1	0,015	4,00	3360	31,5	40,0
	0,03	3,75	3600	31,0	44,0
	0,05	3,50	3650	30,0	44,5
	0,10	4,75	3200	32,5	32,5
к -2	0,015	5,00	2800	33,0	30,0
	0,03	4,50	3200	32,0	35,0
	0,05	4,75	3250	32,5	32,5
	0,10	5,00	3150	33,0	30,0
к -3	0,015	5,50	2750	33,5	26,0
	0,03	4,75	2800	32,5	32,5
	0,05	4,50	2880	32,5	33,0
	0,10	5,50	2700	33,5	26,0

Из табл.2. видно, что исследуемые добавки хорошо интенсифицируют помол. Через 105 минут помола с добавками коллаген+ПАВ на контрольном сите практически ничего не остаётся, тогда как у цемента без добавок тонкость помола составляет 2,3%. Удельная поверхность цементов с ПАВ увеличивается с увеличением времени помола.

Добавки серии "к" намного улучшают размалываемость клинкеров. Клинкеры размером диаметра 2 -7 мм измельчались в лабораторной шаровой мельнице. Добавки в оптимальных количествах от веса клинкера, вводились непосредственно перед помолом в распылённом виде. Для определения величины остатка на сите №008 через каждые 10 мин. из мельницы отбирались пробы. Диаграммах

приведены размалываемости клинкеров без добавок и с добавками.

Сопоставление полученных данных показывает, что влияние добавки на размалываемость клинкера, независимо от его минералогического состава, начинает проявляться уже после первых 10 мин. помола и возрастает по мере повышения дисперсности цемента.

При помоле цемента до принятой на большинстве заводов тонкости (8 -10% остаток на сите № 008) удельный расход электроэнергии снизился с к -1 на 50%, с к -2 на 45%, с к -3 на 40% и с ТЭА - на 30%.

В табл.3. приведены данные размолоспособности смесей по примерам 1 -6.

Таблица 3.

**Измельчение дисперсности цементов с оптимальными добавками коллаген+ПАВ при времени помола**

Наименование добавки	Количество коллаген, %	Изменение дисперсности цементов с оптимальными добавками коллаген + ПАВ при времени помола (мин)					
		30	45	60	75	90	105
Клинкер завода без добавок	-	3350	2750	3500	3900	4500	4800
		18,4	7,5	6,5	5,5	4,75	2,3
ТЭА	0,03	2000	2650	3550	3800	4300	4600
		16,7	6,1	6,6	4,9	4,5	0
к-1	1,0	2150	3900	3800	4000	4600	4900
		17	7,60	6,4	4,9	3,5	0
к -2	0,05	2150	2850	3850	3950	4600	4800
		17,1	6,8	5,5	4,5	4,5	0
к -3	0,05	3050	2850	3800	3900	4550	4790
		18,1	7,1	6,6	4,8	4,75	0

Примечание: в числителе удельная поверхность, см<sup>2</sup>/г; в знаменателе - остаток на сите № 008, %.

Однако существующий способ интенсификации помола не позволяет повысить коэффициент размалываемости клинкера, т.е. отношение времени помола чистого цемента ко времени помола цемента с добавками при равной удельной поверхности.

Интенсификация помола цементного клинкера осуществляется слегкающим образом. Модифицированный триэтаноломином кубовый остаток -производства хлопкового масла, коллаген + госсиполовую смолу (к -1) вводили совместно с цементным клинкером и двухводный гипсом в шаровую мельницу в количестве 0,02 - 1,00% от массы портландцементного клинкера.

Пример 1. Для получения портландцемента смешивают следующие компоненты, масс. %: клинкер 94,0; коллаген 1,0; двухводный гипс 5,0. Смесь погружают в лабораторную шаровую мельницу и подвергают измельчению до удельной поверхности 3000 см<sup>2</sup>/г.

Пример 2. Для получения портландцемента смешивают следующие компоненты, масс. %: клинкер 93, 085; коллаген 1,0; двухводный гипс

5,0; кубовый остаток производства хлопкового масла модифицированный триэтаноломином (к -1) 0,015. Далее подвергают измельчению аналогично примеру 1.

Пример 3. Для получения портландцемента смешивают следующие компоненты, масс. %: клинкер 93,97; двухводный гипс 4,0; коллаген 1,0; И -1 0,03. Далее подвергают измельчению аналогично примеру 1.

Пример 4. Для получения портландцемента смешивают следующие компоненты, масс. %: клинкер 93,90; двухводный гипс 3,5; коллаген 1,5 к -1 0,05. Далее подвергают измельчению аналогично примеру 1.

Пример 5. Для получения портландцемента смешивают следующие компоненты, масс. %: клинкер 94,5; двухводный гипс 5,0; к -1 0,5.

Далее подвергают измельчению аналогично примеру 1.

Пример 6. Для получения портландцемента смешивают следующие компоненты, масс. %: клинкер 94,0; двухводный гипс 5,0; к-1 1,0. Далее подвергают измельчению аналогично примеру 1

Таблица 4.

## Влияние к -1 на коэффициент размалываемости клинкера цементного завода.

По примерам	Удельная поверхность, см <sup>2</sup> /г	Время помола, мин.	Коэффициент размалываемости
1	3000	120	1,0
2	3000	79	1,52
3	3000	77	1,56
4	3050	75	1,60
5	3070	60	2,0
6	3000	57	2,1

Приведённые в таблице данные показывают, что поверхностно активная добавка к-1 позволяет резко повысить коэффициент размалываемости цементного клинкера. Использование этой добавки обеспечивает возможность получения за короткий срок цемента с удельной поверхностью 3000 см<sup>2</sup>/г, резкое снижение удельного расхода электроэнергии при производстве цемента.

Что же касается наших интенсификаторов, то эти добавки, в отличие от известных хемосорбируются на активных центрах поверхности обоих типов кальциевых и кислородных. Поэтому мы можем рассматривать процесс измельчения клинкера в присутствии к -1, к -2, к -3 как результат активации (т.е. раскрытия в трещины) структурных дефектов, усиливаемые или порождаемые адсорбированными молекулами коллаген +ПАВ.

Такие структурные дефекты можно подразделить на две группы - начинающиеся на кальциевых и кислородных атомах, причем в начале помола число первых значительно

больше, чем с которым мы имеем дело, как бы с двумя различными материалами содержащими исходные дефекты и без них, что приводит, как известно, к колебательному режиму измельчения. Назовём «резонансным» режим помола, при котором под влиянием коллагена +ПАВ обе группы дефектов развиваются в трещины, взаимно ускоряя процесс разрушения исходных зёрен. Очевидно, такой режим может быть установлен путём регулирования функционального состава добавки, а именно, мольного соотношения в ней анион и катионактивных групп, обратного по своей величине соотношения числа кальциевых и кислородных центров, которые можно подсчитать, исходя из минералогического состава клинкера и плотности дислокаций на его поверхности. Таким образом, введение добавки серии к, интенсифицируя помол вяжущего, предотвращает переизмельчение и увеличивает выход средней фракции в цемент. При помоле цемента, до принятой на большинстве заводов, удельный расход электроэнергии тоже снизился.

## Список литератур

1. Gelchinova S.R., Khudanov U.O., Sharifov G.N., Shamuratov E.B. Obtaining cement grinding intensifiers International Journal of Education, Social Science & Humanities. Finland Academic Research Science Publishers ISSN: 2945-4492 (online) (SJIF) = 7.502 Impact factor Volume-11 Issue-11 2023 Published: 22-11-2023
2. A.G. Anisovich,<sup>1</sup> M.I. Markevich, V.I. Zhuravleva,<sup>3</sup> T.Kodirov, 4 Khudanov U.O. Surface morphology of natural lamb leather after tannide tanning and laser exposure. Journal. High Temperature Material Processes 27(4):39–44 (2023)
3. Kadirov T. Z., Khudanov U. O., Ummatova D. New technologies for skin impregnation using collagen-polymer systems “International Journal of Psychosocial Rehabilitation” 30 June, 2020
4. W. B. Riyadi, R Sivaraman, A. M. Hussein Wais, Farag M. A. Altalbawy, D. K. Chaudhary. Khudanov U. O., Mechanism of Imprinting Process in the Ni-P Metallic Glass Films: A Molecular Dynamics Stud Journal.Hindawi. Advances in Materials Science and Engineering. Volume 2023, Article ID 6232579, 8 pages
5. Kadirov T.J., Khaitov A. A., Alimov O. S., Ruziev R.R., Thermal analysis of structural and relaxation changes of collagen and collagen-based modifiers 136:136555u, // Ж.АЛСА may 2002. VOL.XCVII, Номер 5p.204 (Tashkent. Khim.-Tekhnol. Inst., Uzbekistan).

**Кадиров Тулкин Жумаевич** - д.т.н. проф. Ташк-й инст. текстильной и легкой промышленности  
**Худанов Улуғбек Ойбўтаевич** - к.т.н., доцент Джизакский гос. педагогический университет  
**Шарифов Гуломжон Набиевич** - (PhD) по т.н., доцент Джиз. Гос. педагогический университет

<b>To'laboyeva Sh.S., Kasimova A.B.</b> Maxsus kompozitsion korset buyumlarini ishlab chiqarish va dizayn jarayonlarini tahlil qilish .....	177
<b>Худанов У.О., Кадиров Т.Ж., Шарифов Г.Н.</b> Применение коллагена в процессе производства цемента ...	181
<b>Abdurahimov X.A., Xudoyberdiyeva D.A.</b> Mahalliy xom-ashyolardan modifikatsiyalangan kaogulyantlar olish va ular bilan oqava suvlarni tozalash .....	185
<b>Tursunova F.J., Amonov M.P.</b> Neft-gaz sanoatida qo'llanilgan katalizatorlarni qayta ishlash texnologiyasini o'rganish .....	188
<b>Ibragimov T.E., Nurullaev Sh.P.</b> Clay adsorbents Cr <sup>6+</sup> adsorption ionization .....	192
<b>Махмудова Н.Х.</b> Исследование морозо- и коррозионностойкости бетонов гидротехнического и дорожного назначения .....	195
<b>Хасанов А.С., Ахмедов Ў.Ч., Хакимов К.Ж.</b> Обжиг сульфидных ренийсодержащих концентратов .....	198
<b>Raxmatullayeva U.S., Kamilova X.N., Mirziyodova K.B., Rasulova M.K.</b> XIX-XX asrda Qashqadaryo va Surxondaryo milliy kostyumi materiallari. Surxondaryo va Qashqadaryo aholisini kostyumlari.....	202
<b>Рахимов Х.Ю., Абдурахманова С.П., Ганиева Х.Б., Маматова Н.Н.</b> Разработка композиционных химических реагентов для стабилизации буровых растворов .....	204
<b>Raxmatullayeva U.S., Kamilova X.N., Mirziyodova K.B., Rasulova M.K.</b> XIX-XX asrlarda Xorazm aholisining milliy kostyumi, matosi va uning tuzilishi xususiyatlari .....	206
<b>Уринов А.А., Кадырханов Ж.М.</b> Современное состояние и перспективах развития противокоррозионной защиты магистральных трубопроводов с целью повышения их стойкости и долговечности .....	209
<b>Негматов С.С., Исмаилов Р.И., Раупова Д.Н., Рахимов Х.Ю., Мусабеков Д.Х.</b> Разработка эффективных составов композиционных химических реагентов - деэмульгаторов для обезвоживания эксплуатационных масел металлургических предприятий .....	211
<b>Негматов С.С., Мамасолиев Э.М.</b> Исследование влияния параметров шероховатости и свойств материала на коэффициент трения зацепления хлопковых волокон при взаимодействии с модельным эпоксидным образцом .....	216
<b>Рахимов Х.Ю., Юсупходжаева Э.Н., Аюбова И.Х., Халматова Н.Г., Билалова Д.Ж.</b> Нефть-газ бургилаш кудукларида қўлланиладиган маҳаллий хом ашё ва ишлаб чиқариш чиқиндилари асосида композицион эмульгаторлар таркибини олиш ва уларни физик-кимёвий ва технологик хоссаларини ўрганиш .....	220
<b>Уринов А.А., Кадырханов Ж.М.</b> Разработка композиционных материалов для защиты от коррозии магистральных газонефтепроводов, обладающих повышенной химической адгезией .....	222
<b>Кузибеков С.К., Баракаев Н.Р.</b> Физико-механические и биохимические свойства соевых бобов и расчет траектории движения воздушного потока в процессе очистки .....	224

### 7. Вести из лаборатории

<b>Негматов С.С., Хурсанов А.Х., Негматов Ж.Н., Негматова К.С., Эрниёзов Н.Б.</b> Мис-молибден рудалардан олтин ва кумушни ажратиш олиш учун импорт ўрнини босувчи композицион кимёвий реагентларнинг самарали таркиблари ва олиш технологиясини ишлаб чиқиш долзарблиги .....	228
<b>Тургунов А.А., Абед Н.С., Салимова С.А., Икрамова М.Э.</b> Разработка композиционных материалов и применение их в рельефных элементах технологической оснастки строительных изделий .....	230
<b>Улдугова М.М., Талипов Н.Х., Негматов С.С.</b> Композиционные гипсовые материалы для производства строительных изделий .....	231
<b>Абдукажоров А.А., Косимов Ш.Б., Абед Н.С., Негматов Ж.Н., Тухташева М.Н.</b> Исследование антифрикционно-износостойких свойств композиционных полипропиленовых материалов, работающих при фрикционном взаимодействии с хлопком-сырцом, для применения в рабочих органах хлопкоперерабатывающих машин и механизмов .....	233
<b>Касымова М.Н., Негматова К.С.</b> Исследование физико-механических и потребительских свойств, а также прочности окрасок хлопчатобумажных тканей, окрашенных красящими композициями .....	234
<b>Талипов Н.Х., Матякубова К.М.</b> Влияние отхода сахарного давода-дефеката на процесс формирования структуры полугидрата сульфата кальция .....	235
<b>Норхуджаев Ф.Р.</b> Цементациялаш ёрдамида пухталашнинг технологик режимларини пўлатнинг ейилишга бардошлиликка таъсирини тадқиқ қилиш .....	237
<b>Tashbayeva F.K., Ermatova A.A.</b> Distribution of heavy and toxic metal ions in the environment	240
<b>Негматов С.С., Эсанмуродов Ш.В., Негматова К.С., Салимова С.А., Икрамова М.Э.</b> Исследование физико-химических свойств ионов минерализованных пластовых вод .....	241