

ISSN 2091-5527
№ 1/2025

Ўзбекистон

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

3. Ш.Н.Расулова, М.Н.Негматова Ж.Н.Ибрагимов Исследование влияния природы кислоты и pH на формирование нанометаллокомплексов в структуре натуральных волокон. Материалы Республиканской научно-технической конференции «Новые композиционные и нанокмпозиционные материалы: структура, свойства, применение» 5-6 апрель 2018 г. с. 179.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ПЛАСТОВЫХ ВОД БЕРДАХ, САУЛЕ, АРАЛ, СУРГИЛЬ И БАЛКАНСКИХ НЕФТЕГАЗОВЫХ СКВАЖИН

Негматов С.С., Эсанмуродов Ш.В., Негматова К.С., Рихсходжаева Г.Р., Икрамова М.Э., Кенжаев Н.А.

ГУП «Фан ва таракиёт» Ташкентского государственного технического университета им. И. Каримова

Аннотация. На основании исследования пластовых растворов ряда месторождений нефти и газа месторождений Арал - 4, Сауле, Балкан, Сев. Бердах, Сургиль были определены жесткость воды, показатель водорода, плотность пластовых вод, а также содержание микрокомпонентов в составе минерализованных пластовых вод, которые приведены и анализа известных методов получения соединений из гидроминерального сырья. Изучены возможности и условия переработки и извлечения содержащихся в них полезных компонентов. Найден режим разработки раствора, позволяющий удалять взвешенные частицы из рассола. Изучение условия осаждения ионов магния из осветленного раствора. Найденные оптимальные условия обработки осветленного раствора известью. Изучены условия оптимизации pH для последующего осаждения лития гидроксидом алюминия.

Ключевые слова: пластовая вода, редкие металлы, нефтегазовые скважин, оксиды молибдена, месторождение, очистка.

Введение. В современном мире нефтедобывающая промышленность наносит огромный ущерб окружающей среде, так как нефтепродукты и пластовые воды загрязняют окружающую среду. Выброшенные на поверхность пластовые воды изменяют микрорельеф территории и являются источниками вторичного засоления почв вокруг скважин. Они являются полиингридиентными поллютантами, обладающие высокой геохимической активностью и токсичностью. В их составе присутствуют нефтяные углеводороды, разнообразные соли и механические примеси, которые, поглощаясь почвой и, поступая в грунтовые воды, резко изменяют их химические и физико-химические свойства – солевой состав, щелочность, реакцию почвенных суспензий, почвенно-поглощающий комплекс, нарушают водно-воздушный режим и углеродно-азотный баланс.

В последнее время большинство нефтяных месторождений обводняются, то есть объем добываемой пластовой воды увеличивается. Этот факт не может не остаться незамеченным. Довольно часто из-за коррозии нефтепроводов возникают случаи разлива пластовой воды. Все больше и больше происходит отторжение земель за счет засоления почв. Конечно, нельзя игнорировать и тот факт, что в пластовых водах содержатся определенные концентрации минеральных солей, а именно микрокомпонентов и редких элементов.

Целью нашего исследования является изучение химического состава, физико-химических свойств пластовых вод и их влияния на почвенный покров и растительность при разливе. Пластовая вода без внесения в нее химических реагентов превращается в активный водный раствор с кислотными или щелочными свойствами. Использование процессов электрохимических обработок пластовых вод и скважин известно, как в нашей стране, так и за рубежом.[1].

В развитии экономики республики одними из главных отраслей промышленности являются нефтегазовая промышленность и металлургия цветных, благородных и редких металлов. При этом необходимо отметить, что запасы цветных, благородных и редких металлов в Республике сравнительно невелики.

При освоении гидроминерального сырья создается возможность создания инновационных производств для извлечения из пластовых рассолов лития, йода, брома, стронция и иных элементов и их соединений. Кроме того, основным преимуществом использования промышленных вод как сырьевого источника редких элементов является низкая себестоимость продукта, так как пластовые рассолы обладают сравнительно высокой технологичностью, добыча редких элементов не требует дорогостоящих горных разработок.

В промышленно развитых странах проводятся интенсивные исследовательские работы по расширению перечня компонентов,

извлекаемых из пластовых вод нефтяных месторождений. Особое внимание уделяется рентабельной технологии получения дефицитных и стратегически важных элементов. [2].

Интенсивная добыча многих полезных ископаемых привела к тому, что запасы некоторых редких элементов существенно сократились, а потребность в них резко увеличилась за счет расширения использования в новых отраслях техники и технологии. Все острее становится проблема поисков и вовлечения в промышленную разработку новых видов минерального сырья. Одним из таких видов могут стать пластовые рассолы, попутно добываемые при разработке месторождений нефти и газа, значительное количество которых извлекается совместно с углеводородным сырьем и при наличии в них отдельных компонентов или их соединений являются гидроминеральным сырьем, количество и качество которого позволяют в конкретных гидрогеологических условиях вести рентабельную добычу этих вод и извлечение из них полезной продукции существующими техническими средствами с применением современных технологических процессов.

Следует отметить, что в имеющихся пластовых водах соленосных площадей нефтегазоносных месторождений Республики содержатся в промышленном масштабе минеральные соли, микрокомпоненты (йод, бром) и редкие металлы (Cs, K, Sr, Ge, Sc, W, Mo, Au и другие).

Однако до настоящего времени в республике нет эффективной технологии извлечения указанных микрокомпонентов, минеральных солей, особенно редких металлов.

В связи с этим, разработка технологии извлечения микрокомпонентов, минеральных солей и редких металлов из соленых минерализованных пластовых вод, а также использование очищенных пластовых вод в процессе бурения нефтегазовых скважин является актуальной проблемой.

Для разработки новой эффективной технологии извлечения микрокомпонентов, минеральных солей и редких элементов из минерализованных вод в засоленных пластах нефтегазовых месторождений республики были определены составы пластовых вод нефтегазовых месторождений республики.

Заключается в выявлении закономерностей и механизма извлечения микрокомпонентов, минеральных солей и редких элементов из существующих минерализованных вод, и на их основании

разработка высокоэффективной технологии извлечения микрокомпонентов, минеральных солей и редких элементов из соленосных пластовых минерализованных вод, имеющихся на нефтегазовых месторождениях Республики.

Интенсивная добыча многих полезных ископаемых привела к тому, что запасы некоторых редких элементов существенно сократились, а потребность в них резко увеличилась за счет расширения использования в новых отраслях техники и технологии. Все острее становится проблема поисков и вовлечения в промышленную разработку новых видов минерального сырья. Одним из таких видов могут стать пластовые рассолы, попутно добываемые при разработке месторождений нефти и газа, значительное количество которых извлекается совместно с углеводородным сырьем и при наличии в них отдельных компонентов или их соединений являются гидроминеральным сырьем, количество и качество которого позволяют в конкретных гидрогеологических условиях вести рентабельную добычу этих вод и извлечение из них полезной продукции существующими техническими средствами с применением современных технологических процессов.

При освоении гидроминерального сырья создастся возможность создания инновационных производств для извлечения из пластовых рассолов лития, йода, брома, стронция и иных элементов и их соединений. Кроме того, основным преимуществом использования промышленных вод как сырьевого источника редких элементов является низкая себестоимость продукта, так как пластовые рассолы обладают сравнительно высокой технологичностью, добыча редких элементов не требует дорогостоящих горных разработок.

Из редких металлов к широко используемым относятся литий. Идентифицированные сырьевые ресурсы лития в мире оцениваются в 13 млн. т при объеме мирового потребления 65 тыс. т. При этом 22 % подтвержденных запасов лития сосредоточены в пегматитовых рудах, а 78 % в различных видах гидроминерального сырья. Открытие и разработка в 90-х годах прошлого века богатейшего месторождения литиевой рапы в Чили произвели коренной переворот на рынке литиевой продукции. Подземные рассолы становятся во всем мире доминирующим сырьем для производства Li_2CO_3 из-за более низких издержек по сравнению с получением карбоната лития из твердой руды.

Базовыми принципами для переработки имеющегося сырья приняты: технологичные и простые способы извлечения основных перспективных компонентов (лития и магния) из пластовой воды с последующей переработкой до товарной продукции. Для лития -LiOH для магния — MgO.

Первичной задачей при подготовке сырья для переработки являлось интенсивное удаление взвешенных частиц, содержащих нефть. Задача решалась с помощью электрохимической коагуляции с растворимым электродом из алюминиевого лома. Найден режим обработки раствора, позволяющий удалить взвешенные частицы из рассола. Полное осаждение осуществлялось при температурах от 18 до 45 °С. Обработка проводилась переменным током промышленной частоты при плотности 0,5-1,5 а/см, время обработки от 2 до 15 минут. Скорость разрушения электрода составила 0, 12-0,25 г/см·ч в растворах электролитов. Раствор после отстаивания в течение 2 часов не содержал взвешенных частиц, при этом содержание лития оставалось на уровне исходного.

На следующем этапе изучались условия осаждения ионов магния из осветленного раствора. Найден оптимальные условия обработки осветленного раствора известью. Для осаждения использовалась гашеная известь (известковое молоко) с содержанием основного вещества не менее 300 г/дм, плотностью 1,20-1,21 г/см. Решающим условием максимального использования извести было интенсивное перемешивание с одновременным дозированием извести и контролем рН. Полного осаждения ионов магния достигали при избытке извести 5-10% от стехиометрии и достижении рН 10,8-11,3. Осадок удаляли фильтрованием. В фильтрате полностью отсутствовал магний, а

содержание лития находилось в пределах 13,8-14,1 мг/дм. Потери лития с осадком составили 3,0-5,2%.

Изучены условия оптимизации рН для последующего осаждения лития гидроксидом алюминия. Оптимальное значение рН принято 8,3-8,8. Задача решалась насыщением рассола очищенного от магния углекислым газом с постоянным контролем рН раствора. В результате насыщения получен раствор с необходимой рН и частично удален кальций в виде осадка CaCO₃.

В результате выполнения будет разработана новая эффективная технология извлечения микрокомпонентов, минеральных солей и дорогостоящих редких элементов из минерализованной воды на нефтяных и газовых месторождениях, позволяющая повышению экономической эффективности и улучшению экологической обстановки в нефтегазоносных регионах Республики.

Мы предлагаем технологию извлечения микрокомпонентов, минеральных солей и редких элементов из минерализованных пластовых вод методом электрокоагуляции.

Были проведены лабораторные исследования по извлечению Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, Li⁺ из пластовых вод месторождений Арал - 4, Сеуле, Балкан, Сев. Бердах, Сургил и определены жесткость воды, показатель водорода, плотность пластовых вод, а также содержание микрокомпонентов в составе минерализованных пластовых вод, которые приведены в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав и физико-химические свойства минерализованных пластовых вод Бердах, Сауле, Арал-4, Сургиль и Балканских нефтегазовых скважин

№	Наименование	Плотность пластов	рН	Жесткость мг/экв	Содержание катионов в литре, мг				Общая жесткость мг/л
					Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	
1.	Арал -4	1,09-1,1	6,10	465,00	20695	600	700	5229	122,82
2.	Сеуле	1,07	5,30	124,00	12015	100	1560	559	100,16
3.	Балкан	1,1-1,12	6,60	223,00	39971	400	540	2383	22,66
4.	Северн. Бердах	1-1,08	6,5	131,00	14338	80	1320	990	24,82
5.	Сургил	1,07	5,6	127,00	13604	186	1340	780	11,6

Исходя из вышеизложенного можно отметить, что во всех исследуемых пробах пластовых вод среди катионов наблюдается доминирование ионов натрия и кальция, а по жесткости самое высокое значение наблюдается в месторождении Арал-4.

Все ионы, содержащиеся в пластовых водах, превышают ПДК во много раз, и все исследуемые пробы вод относятся к сильноминерализованным водам, то есть рассолам.

В зависимости от содержания двухвалентных ионов все исследуемые пробы вод относятся к типу жестких вод (содержание > 6 мг-экв/л). [3].

Известны два вида воздействия электрическим током на минерализованные воды – электрохимическое и ионно-плазменное. Они относятся к способам генерирования химически активных частиц под действием электрического тока и плазмы соответственно. электрохимическое и ионно-плазменное обеспечивают протекание электро- и плазмохимических реакций, способствующих изменению химического состава и физико-химических свойств вод. Сопутствующим процессом при этом является электролитический нагрев. Новые свойства пластовой воды, в том числе соотношения выхода окислителей и восстановителей

(показатель рН), определяются величиной подаваемого на электроды напряжения, временем воздействия, материалами электродов, составом и минерализацией вод.

Достоинством электрохимической активации вод является то, что пластовая вода без внесения в нее химических реагентов превращается в активный водный раствор с кислотными или щелочными свойствами. Полученные растворы могут быть использованы для очистки призабойной зоны пласта и воздействия на пласт.

Использование процессов электрохимических обработок пластовых вод и скважин известно как в нашей стране, так и за рубежом.

Во многих работах приведено объяснение физико-химических процессов в минерализованных водах, происходящих при электрохимическое и ионно-плазменное, также рассматриваются процессы взаимодействия продуктов реакций с насыщенной пористой средой. Недостаточно освещенными остаются изменения фильтрационных характеристик пластов при их заводнении водой после электрохимическое и ионно-плазма.

Основными методами решения поставленных задач являются экспериментальные исследования, последующий анализ и обобщение их результатов. При проведении экспериментальных исследований на минерализованных водах и опытов по изучению влияния, полученных активных водных растворов на нефть и породу пластов использовались современные лабораторные методы, такие как: метод центрифугирования, хроматография, рентгеноструктурный анализ, лабораторное моделирование процесса вытеснения нефти водой на образцах кернов пород-коллекторов и другие.

В зависимости от параметров воздействия, материалов электродов и состава воды возможно получение активных водных растворов в широком диапазоне значений рН (от 1,5 до 12,5).

Опыты проводились на установке, состоящей из стеклянной емкости, электродов, счетчика газа, токопроводов, источника постоянного тока, рН-метра. Эксперименты проводились следующим образом. В емкость заливается модель пластовой воды (либо пластовая вода) и опускаются электроды, к которым подается потенциал. Фиксируются изменения температуры воды, объема выделяющихся газов, силы тока и напряжения.

После каждого опыта определяется показатель рН воды.

Опыты показали, что независимо от исходной концентрации электролита, подаваемого напряжения, расстояния между электродами происходит быстрый нагрев электролита, сопровождаемый выделением газа. В опытах с моделью пластовой воды расстояние между электродами составляло 0,5 см, объем воды – 500 см³. Максимальное увеличение рН (до 12,5) с минимальным выпадением осадка выявлено при времени воздействия $t=60$ мин. и малых значениях напряжения и силы тока (5 В и 0,5-1 А). Увеличение плотности воды в опытах по ЭХВ с медными электродами составило от 1136 до 1139 кг/м³, вязкости – от 1,51 до 1,57 сПз.

В зависимости от состава пластовой воды при электрохимическое на минерализованную пластовую воду происходит как увеличение, так и уменьшение рН воды (табл. 1). Для пластовых вод с повышенным содержанием хлоридов электрохимическое смещает рН в сторону кислотности. Повышение содержания HCO_3^- при снижении содержания хлоридов приводит к щелочному эффекту ЭХВ, в таблица 2,

Таблица 2

Химический состав ионов анионов минерализованных пластовых вод

№ образцов воды	Cl^-	SO_4^{2-}	CO_3^{2-}	HCO_3^-
Содержание г/л				
Анионы	111,60	0,41	11,948	0,18

Колонна стенда заполнялась пластовой водой, состав которой включал анионы Cl^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , HCO_3^- , всего – 12061 мг/л, Напряжение, подаваемое в зону реакции изменялось от 5 до 65В.

В результате рентгено-флюоресцентного анализа осадка показывает, что осадок состоит в основном из солей железа, полученных в результате анодного растворения материала электрода. В составе окисленных металлов содержится: железа 88,2 %, натрия 4,6 %, марганец и медь по 0,3 %, кремний и хром по 0,2 %, никел и другие металлы менее 0,1 %.

Измерения на рН-метре показали, что пластовая вода без внесения в нее дополнительных химических реагентов превращается в активный раствор с преобладающими кислотными свойствами. Так, значения водородного показателя меняются от исходного рН=7,5 до рН=6,4 (время воздействия 55 минут) и рН=4,5 (171 минута воздействия). В результате подобного воздействия она изменяет свою плотность, вязкость, химический состав и другие свойства.

Результаты экспериментальных исследований электрохимического и ионно-плазменного на пластовые воды показали, что в зависимости от параметров воздействия (сила тока, напряжение и время) и материалов электродов (растворимые и нерастворимые) возможно получение активных водных растворов в широком диапазоне значений pH (от 1,5 до 12,5).

Через скважину проводится закачка оторочки воды после электрохимического с щелочным pH, которая в последующем вытесняется обычной водой. Динамика движения оторочки раствора в пласте рассматривается с учетом адсорбции активного агента пористой средой. Необходимо найти распределение водо- и нефтенасыщенности, концентрации активного агента и давления в пласте.

Уравнения неразрывности для фаз (1 – вода, 2 – нефть) и активного агента (гидроксид натрия NaOH) имеют вид:

$$\begin{aligned} m \frac{\partial s}{\partial t} - k \frac{\partial}{\partial r} \left[\frac{f_1(s) \partial p}{\mu_1 \partial r} \right] &= q \\ -m \frac{\partial s}{\partial t} - \frac{k}{\mu_2} \frac{\partial}{\partial r} \left[f_2(s) \frac{\partial p}{\partial r} \right] &= 0 \\ m \frac{\partial C_s}{\partial t} + \Gamma \frac{\partial C}{\partial t} - \frac{k f_1(s)}{\mu_1} \frac{\partial p}{\partial r} \frac{\partial C}{\partial r} &= Cq \end{aligned}$$

где p – давление, s – водонасыщенность, C – концентрация активного агента в растворе, Γ – коэффициент Генри, k – абсолютная проницаемость, q – удельный расход скважины, $f_1(s)$ и $f_2(s)$ – относительные фазовые проницаемости, μ_1 и μ_2 – вязкости воды и нефти соответственно.

Эта система уравнений решалась при следующих краевых условиях:

$$\begin{aligned} S(r=0, t) &= S_0; \quad C(r=0, t) = C_0, \quad 0 < t < t_0; \\ C(r, t=0) &= 0, \quad t \geq t_0; \\ p(r, t=0) &= p_0, \quad S(r, t=0) = s_0. \end{aligned}$$

Здесь t_0 – время закачки электрохимически активированной воды с концентрацией NaOH C_0 .

Для проведения расчетов составлена программа численного интегрирования системы уравнений приведенной выше модели при следующих базовых значениях параметров: $m=0,2$; $k=0,5$ мкм²; $s_0=0,1$; $\mu_1=1,51$ мПа·с; $\mu_2=20$ мПа·с; $p_0=10$ МПа; $\Gamma=0,1$;

$C_0=0,0005$; $l=100$ м; $h=5$ м; $t_0=10$ сут.; $r_0=0,06$ м. [4].

Выводы. На основе анализа полученных результатов и данных информационных источников сделан вывод о рациональном извлечении из попутных пластовых рассолов лития и магния с получением двух основных продуктов LiOH и MgOH. На основе проведения лабораторных исследований показана возможность электрохимической активации минерализованных вод нефтяных месторождений с диапазоном значения pH от 1,5 до 12,5 за счет выбора параметров процессов электрохимического и ионно-плазменного (сила тока, напряжение и время) состава минерализованных вод и материалов электродов (растворимые и нерастворимые). Предложено полученные активные водные растворы использовать в нефтедобыче путем воздействия на поровое пространство коллекторов с учетом конкретных физико-химических и геологических условий месторождения. На основе лабораторных исследований установлено: снижение межфазного натяжения на границе раздела нефти с водой после электрохимического; с щелочным pH, образование эмульсии нефти в активной воде; изменение кривых капиллярного давления при заводнении активной водой: при одних и тех же величинах капиллярных давлений образцы ядра песчаника, насыщенные водой после электрохимического; с щелочным pH, удерживают большее количество воды; вода после электрохимического; с щелочным pH изменяет характер смачиваемости терригенных коллекторов с гидрофобного на гидрофильный, этот эффект в известняках не наблюдается. Значения параметра насыщения для песчаника меньше при их насыщении водой после ЭХВ с щелочным pH, что подтверждает увеличение гидрофильности породы. Основные факторы, определяющие повышение нефтеотдачи при заводнении водой после электрохимического коррелируют с характеристиками щелочного заводнения; при вытеснении нефти водой после электрохимического; в песчаниках коэффициент нефтевытеснения увеличивается в среднем на 6 % по сравнению с вытеснением водой.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бондаренко С.С., Лубенский Л.А., Куликов Г.В. Геолого-экономическая оценка месторождений подземных промышленных вод. -М.Недра, 1988.-203 с.
2. Абсаметов М.К., Мургазин Е.Ж., Завалей В.А. Перспективы использования гидроминерального сырья при разведке и добычи нефти // Геология и охрана недр. -Алматы: КазГЕО, 2010. -№1. -С.92-97.
3. Федорова А.Ф., Шниц Е.Ю., Портнягин А.С. Институт проблем нефти и газа СО РАН. // Нефт.дело, 2007.
4. Хабибуллин И.Л., Мугатабарова А.А., Курамшин Ю.Р. Экспериментальные исследования влияния электрохимически активированных водных растворов на изменение поверхностных характеристик системы «нефть – водная фаза – порода» // Нефтепро. дело. –2011.№.10 [С.3-5-7; 10-11].

СОДЕРЖАНИЕ

1. Химия и физикохимия композиционных материалов и нанокomпозитов

Негматов С.С., Икрамова М.Э., Аликулова Х.А. Стандарт намуналарни таққослаш, тажрибаларни режалаштириш ва ўлчашларни таъминлашнинг илмий ечимлари	3
Djumag'ulov Sh.X., Xamidov A.M., Boyqobilov D.B., Ro'zimuradov O.N., Todjiyev J.N. Elektrolit tarkibidagi suv va ftorid tarkibining o'zgarishi TiO ₂ nanotrubkalari morfologiyasiga ta'siri	6
Жанабаев О.О., Эминов А.М., Калбаев Б.А. Учкудук каолинининг физик-кимёвий хоссалари ва керамик материаллар ишлаб чиқаришда қўллаш истикболлари	9
Xujamberdiyev Sh.M., Arifdjanova K.S., Mirzaqulov X.Ch. Ekstraksion fosfor kislotasi va karbamid asosida ammoniy polifosfat olish jarayoni	13
Хаккулов Ж.М., Темиров З.Ш., Бурхонова Ш.Б. Полимер макроионларининг градиентли ва электр майдони таъсирида силжиши	16
Юсупов Ф.М., Юсупов С.К., Мирзаев З.А., Нуриддинова Д.З., Темиров Ф.Б. Изучение влияния температуры на процессы сульфирования низкомолекулярных полиэтиленовых отходов	21
Kurbanbayeva S.A., Ikramov A., Turabdjanov S.M., Qodirov O.Sh., Kadirov X.I. Study of the composition of the "TAR-product" and the separation of asphaltene homologues	24
Касымова М.Н., Негматова К.С. Исследование процесса образования металлокомплексов в структуре хлопкового волокна и разработка оптимальных составов композиций для крашения текстильных материалов	30
Негматов С.С., Эсанмуродов Ш.В., Негматова К.С., Рихсходжаева Г.Р., Икрамова М.Э., Кенжаев Н.А. Исследование химического состава и физико-химических свойств минерализованных пластовых вод Бердах, Сауле, АРАЛ, Сургиль и Балканских нефтегазовых скважин	35
Во'rixonov B.X., Murodova J.Q., Xidirov Sh.B., Xayitov B.Q., Panjiyev A.X. Monoxlorsirka kislotasi efilari va aromatik aminlar asosida to'rtlamchi ammoniy tuzlari sintezi	40

2. Физико-механика и трибология композиционных материалов

Негматов Ж.Н., Муродов И.И., Абед Н.С., Косимов Ш.Б., Эргашев Н.Э., Абдураззоков А.А., Тухташева М.Н. Технология получения триботехнических композиционных термопластичных полимерных материалов и деталей для машин и механизмов хлопкоперерабатывающих производств и проведение их опытных испытаний в производственных условиях	45
Бердиев Д.М., Щукин В.Я., Кожевникова Г.В., Пушанов А.Н. Ресурсосберегающие технологии получения основы инструмента режущих зубьев методом прокатки	48
Khalikulov U.M., Khasanov A.S. Improvement of the mechanical properties of chromium-molybdenum steels using a modifier	51
Бегатов Ж.М., Эргашев М.С., Платошина М.М. Технологические особенности использования бандажей тяговых барабанов волоочильных машин	57
Хасанов А.С., Халикулов У.М. Термомеханическая обработка изделий из хромомолибденовой стали....	59
Норхуджаев Ф.Р., Шукуров Ш.Т. Термик ишлов бериш ва суюқ ҳолда азотлаш режимларининг тезкесар пўлатнинг структура ва хоссасига таъсири	67
Turaxodjayev N.D., To'rayev A.N., Axmedova M.E., Nosirxo'jayev I.S.A., Murodqosimov R.X., Almardonov S.A. Alyuminiy qotishmalarini suyuqlantirish uchun gaz pechlarini qoplashda o'tga chidamli materiallardan foydalanish	69
Шукуров Ш.Т. Оптимизация характеристик быстрорежущей стали с помощью термообработки и жидкого азотирования	73

3. Разработка и технология получения композиционных материалов

Rosilov M.S., Beknazarov H.S., Cho'liyev J.R. DA-1S markali modifikator yordamida oltingugurtning modifikatsiyalash va u asosida modifikatsiyalangan serobitum olish	76
Жалилов Ш.Н. Разработка технологии и технологических режимов прессования древесно-пластиковых композиционных плитных материалов на основе древесноволокнистого наполнителя из стеблей хлопчатника и модифицированных мочевиноформальдегидных полимерных связующих	79
Turaxodjayev N.D., To'rayev A.N., Murodqosimov R.X., Nurdinov Z.B., Raximboyev Sh.I., Axmedova M.E. Gaz pechlarida alyuminiy qotishmalarini suyuqlantirish texnologiyasini ishlab chiqish va pech konstruksiyasini takomillashtirish	82
Xojiyeva F.J., Amonov M.R. Suvda eruvchan polimerlar asosida modifikatsiyalangan kraxmalni ohorlash jarayonida qo'llash samaradorligini o'rganish	84
Matkarimov S.T., Mukhametdjanova Sh.A., Nosirxojaev S.Q., Ochildiev Q.T., Nuraliev O.U., Ismoilov J.B. Thermodynamics of ore thermal recovery of copper slag	88