

код МРНТИ 52.47.15

\*Ф.У. Аширов

ГУ «Институт минеральных ресурсов» при Университете геологических наук Министерства горнодобывающей промышленности и геологии Республики Узбекистан (г. Ташкент, Узбекистан)

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ МЕСТНОГО БУРОВОГО РЕАГЕНТА ПУТЕМ ОБРАБОТКИ НИТРАКРИЛОВОЙ КИСЛОТОЙ

**Аннотация.** Проведено исследование по разработке технологии получения местного бурового реагента путем обработки нитракриловой кислотой с целью применения при бурении геологоразведочных скважин на твердые полезные ископаемые. Изучены соотношения приготовления реагентов, необходимая температура процесса гидролиза с дальнейшим использованием в экспериментах по разработке высокоэффективных химических реагентов, которые используются при бурении скважин в месторождениях твердых полезных ископаемых. В ходе исследований изучены условия кристаллизации и некоторые физико-химические свойства полученного продукта для приготовления промывочной жидкости.

**Ключевые слова:** полиакриламид, гидролизация, синтез, акриламид, реагент, жидкое стекло, глинистый раствор, ПАВ, кристаллизация, синтез, нитрил-акриловая кислота.

### Нитрилакрил қышқылымен өңдеу арқылы жергілікті бұрғылау реагентін алу технологиясын зерттеу

**Аннотация.** Қатты пайдалы қазбаларға геологиялық барлау ұңғымаларын бұрғылау кезінде қолдану мақсатында нитракрил қышқылымен өңдеу арқылы жергілікті бұрғылау реагентін алу технологиясын зерттеу бойынша зерттеу жүргізілді. Қатты пайдалы қазбалар кен орындарында ұңғымаларды бұрғылау кезінде пайдаланылатын тиімділігі жоғары химиялық реагенттерді зерттеу бойынша эксперименттерде одан әрі пайдалана отырып, Реагенттерді дайындау арақатынасы, гидролиз процесінің қажетті температурасы зерттелді. Зерттеу барысында кристалдану шарттары және жуғыш сұйықтықты дайындау үшін алынған өнімнің кейбір физико-химиялық қасиеттері зерттелді.

**Түйінді сөздер:** полиакриламид, гидролизация, синтез, акриламид, реагент, сұйық шыны, сазды ерітінді, ББЗ, кристалдану, синтез, нитрилді-акрил қышқылы.

### Development of technology for the production of local drilling reagent by treatment with nitrilacrylic acid

**Abstract.** In the article was conducted on the development of a technology for obtaining a local drilling reagent by treating with nitrilacrylic acid for use in drilling exploration wells for solid minerals. The ratios of reagent preparation, the required temperature of the hydrolysis process with further use in experiments on the development of highly effective chemical reagents that are used when drilling wells in deposits of solid minerals are studied. In the course of the research, the crystallization conditions and some physicochemical properties of the resulting product for the preparation of the washing liquid were studied.

**Key words:** polyacrylamide, hydrolysis, synthesis, acrylamide, reagent, liquid glass, clay solution, surfactant, crystallization, synthesis, nitrile-acrylic acid.

### Введение

Имеются широкие возможности использования полиакриламида с целью их дальнейшего применения для переработки буровых растворов [1]. В больших масштабах их начали применять с 60-х годов XX века. Акриловые полимеры использовались для снижения потерь воды подобно крахмалу, и было обнаружено, что эти синтетические полимеры могут действовать как диспергаторы или флокулянты в зависимости от соотношения между амидными и карбоксильными группами в глинистых системах, а также от условий их использования [3].

По данным доступных источников литературы [6], акриловые полимеры – полиакрилонитрил (ПАН) и полиакриламид (ПАА) отличаются термостойкостью и особенно высокой ферментативной стабильностью.

Однако ПАН нерастворим в воде, а ПАА обладает некоторыми катионными свойствами на своей неогенной основе и поэтому не может быть использован в природном виде, например, для обработки глинистых буровых растворов. Оба типа полимеров подвергают гидролизу с использованием сильнощелочных водных растворов, например  $Na_2SiO_3$  (жидкое стекло), с получением водорастворимых продуктов, пригодных для обработки моющих жидкостей (глинистых растворов).

В настоящее время для стабилизации промывочных растворов в основном применяют полимерные реагенты, содержащие несолёные функциональные группы, поэтому параметры при бурении водоносных, солёных насыщенных слоев ухудшаются, а расход реагентов резко возрастает, что влияет на общие экономические показатели бурения. В связи с этим применение полиакриламида представляет большой интерес как стабилизатор моющих растворов, но

в настоящее время применяется в небольших масштабах из-за отсутствия достаточных технологических навыков.

Известно, что успешность буровых работ во многом зависит от состава и свойств бурового раствора, обеспечивающих максимально высокую скорость бурения и извлечения керна. Использование бурового раствора с регулируемым составом требует много времени и средств для разработки условий гидролиза полиакриламидных реагентов ПАА, что обеспечивало бы высокое качество отбора проб и эффективное бурение скважин. Для этих целей был проведен ряд лабораторных исследований для выбора оптимальных условий использования [5].

### Методы исследования

Нами определены соотношения приготовления реагентов 1:1, необходимая температура процесса гидролиза 70°C с дальнейшим использованием в экспериментах по разработке высокоэффективных химических реагентов, которые можно использовать при бурении скважин в месторождениях твердых полезных ископаемых [8]. Для изучения временной зависимости процесса щелочного гидролиза полиакриламидного реагента отбирали отдельные пробы и подвергали гидролизу под воздействием УЗ в разное время (6, 7, 8 и 9 часов). Щелочной гидролиз изучали при времени процесса 12, 14, 16 и 18 часов. Условия проведенных исследований и результаты органолептического анализа представлены в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, время гидролиза реагента ПАА в щелочных условиях составило 12-18 часов. В частности, он не растворялся в щелочном растворе до 14 часов. В течение 16-18 часов эксперимента наблюдалось, что он растворился и образовался гель. Однако, делать

Таблица 1

Условия гидролиза полиакриламидного реагента и результаты органолептического анализа

Кесте 1

Полиакриламидті реагенттің гидролиз шарттары және органолептикалық талдау нәтижелері

Table 1

Conditions of hydrolysis of polyacrylamide reagent and results of organoleptic analysis

Наименование реагентов	Результаты анализа			
Полиакриламид	С 20%-ным раствором гидроксида (при массовом соотношении 1:1), при температуре $70 \pm 5^\circ\text{C}$ в течение 12 часов	С 20%-ным раствором гидроксида (при массовом соотношении 1:1), при температуре $70 \pm 5^\circ\text{C}$ в течение 14 часов	С 20%-ным раствором гидроксида (при массовом соотношении 1:1), $70 \pm 5^\circ\text{C}$ при УЗ, в течение 16 часов	С 20%-ным раствором гидроксида (при массовом соотношении 1:1), $70 \pm 5^\circ\text{C}$ при УЗ, в течение 18 часов
Результаты органолептического анализа	Образец растворился частично. В конце продолжено выделение аммиака	Образец растворился частично. В конце продолжено выделение аммиака	Образец растворился полностью. Получен гель светло-коричневого цвета. В конце выделение аммиака не наблюдалось	Образец растворился полностью. Получен гель светло-коричневого цвета. В конце выделение аммиака не наблюдалось

окончательные выводы посчитали преждевременным, и было установлено, что оптимальное время их гидролиза следует определять путем изучения химического состава продукта.

Полиакриламидный реагент гидролизовали в кислой и щелочной средах. В ходе исследований были изучены условия их кристаллизации и некоторые физико-химические свойства полученного продукта. Для кристаллизации растворов кислого (ПАА-К) и щелочного (ПАА-И) гидролиза полиакриламида брали по 50 г каждого и сушили на сушильной стойке ШС-80 при нормальном атмосферном давлении и различных температурах –  $40^\circ\text{C}$ ,  $50^\circ\text{C}$ ,  $60^\circ\text{C}$ ,  $70^\circ\text{C}$ ,  $80^\circ\text{C}$ . Эффективность процесса сушки оценивали по затраченному времени.



**Рис. 1. Вид образца ПАА-И на разных стадиях:**  
а) состояние до сушки при  $60^\circ\text{C}$ ; б) состояние после высушивания.

**Сурет 1. Полиакриламид үлгісінің түрі – және әртүрлі кезеңдерде;**

а)  $60^\circ\text{C}$ -та кептіруге дейінгі жағдай; б) кептіруден кейінгі жағдай.

**Figure 1. Type of Polyacrylamide sample at different stages:**

а) condition before drying at  $60^\circ\text{C}$ ; б) condition after drying.

Из рисунка 1 видно, что время высыхания растворов ПАА-К и ПАА-И уменьшается с повышением температуры. Однако в ПАА-К наблюдалось больше времени по сравнению с ПАА-И. Это можно объяснить высокой гидрофильностью кислоты в ПАА-К. Оптимальную температуру процесса сушки подбирали в зависимости от физико-химических свойств полученных порошков.

Проанализированы некоторые физико-химические свойства образцов, взятых при различных температурах (внешний вид, время растворения, потеря массы при сушке, вязкость раствора и pH среды).

### Результаты

Полученные результаты сводятся к следующему:

– *Появление ПАА-К и ПАА-И.* Порошки бледно-желтого цвета, без запаха. Процесс сушки ПАА-И при температуре  $60^\circ\text{C}$  и виды после сушки представлены на рис. 1.

– *Определение массы, потерянной при сушке.* Исследования проводились на влагомерной аппаратуре МВ-120. В каждом из 10 различных образцов в описанном выше процессе сушки 0,5 г образца помещали в детектор влажности при температуре  $100 \pm 50^\circ\text{C}$  и эксперимент продолжали до достижения постоянного значения. Результаты эксперимента представлены в таблице 2.

– *Определение времени растворения.* В коническую колбу емкостью 100 мл добавляли 50 мл дистиллированной воды. В него засыпали 0,25 г порошка реагента, предварительно взвешенного на аналитических весах, и нажимали кнопку запуска секундомера. Смесь непрерывно перемешивали стеклянной палочкой. Когда реагент полностью растворился, секундомер останавливали и определяли время. С помощью этого метода исследовано время растворения в воде образцов кислотного и щелочного гидролиза ПАА. Полученные результаты представлены в таблице 3.

Как видно из таблицы, растворимость в воде реагентов, полученных щелочным гидролизом ПАА, высока по сравнению с кислотностью, а время растворения невелико.

Таблица 2

**Определение массы при сушке реагентов на основе ПАА**

Кесте 2

**ПАА негізіндегі реагенттерді кептіру кезіндегі массаны анықтау**

Table 2

**Determination of mass during drying of reagents based on PAA**

Исследуемый образец	Результаты определения потери массы при сушке в различных температурах, %				
	образец при сушке 40°C	образец при сушке 50°C	образец при сушке 60°C	образец при сушке 70°C	образец при сушке 80°C
ПАА-К	6,2 ± 0,5%	5,6 ± 0,3%	4,7 ± 0,5%	4,0 ± 0,4%	3,4 ± 0,5%
ПАА-И	5,8 ± 0,4%	4,9 ± 0,5%	4,1 ± 0,4%	3,8 ± 0,5%	3,2 ± 0,4%

Таблица 3

**Время растворения реагентов на основе ПАА**

Кесте 3

**ПАА негізіндегі реагенттердің еру уақыты**

Table 3

**Dissolution time of PAA-based reagents**

Исследуемый образец	Время растворения в воде, мин.				
	образец при сушке 40°C	образец при сушке 50°C	образец при сушке 60°C	образец при сушке 70°C	образец при сушке 80°C
ПАА-К	315 ± 4	248 ± 3	207 ± 1	138 ± 4	93 ± 3
ПАА-И	254 ± 2	156 ± 4	73 ± 5	28 ± 2	29 ± 4

Таблица 4

**Результаты определения вязкости раствора реагентов на основе ПАА**

Кесте 4

**ПАА негізіндегі реагенттер ерітіндісінің тұтқырлығын анықтау нәтижелері**

Table 4

**Results of determination of the viscosity of a solution of reagents based on PAA**

Исследуемый образец	Вязкость, с.				
	образец при сушке 40°C	образец при сушке 50°C	образец при сушке 60°C	образец при сушке 70°C	образец при сушке 80°C
ПАА-К	512 ± 8	455 ± 6	372 ± 4	267 ± 5	184 ± 2
ПАА-И	427 ± 6	361 ± 5	249 ± 3	162 ± 2	56 ± 1

– *Определение вязкости раствора реагента.* Исследования проводились на вискозиметре Оствальда, который позволяет определить вязкость испытуемой жидкости по времени ее истечения. Для приготовления раствора 0,5 г порошкообразного реагента отбирали и переносили в коническую колбу. К нему добавляли 99,5 мл дистиллированной воды и перемешивали в течение 30 минут. Вязкость приготовленных растворов определяли отдельно на вискозиметре. Температура окружающей среды эксперимента составляла 30 ± 20С. Полученные результаты представлены в таблице 4.

Обнаружена обратная зависимость вязкости 0,5%-ного раствора реагентов на основе ПАА-К и ПАА-И от температуры сушки. Также было замечено, что вязкость раствора реагентов, полученных кислотным гидролизом ПАА, выше, чем вязкость щелочного раствора.

– *Определение pH раствора реагента.* Для этого сначала отбирали 0,5 г реагента и помещали его в мерную колбу

емкостью 100 мл и добавляли к нему 50 мл дистиллированной воды. Смесь перемешивали в течение 30 мин. Полученный раствор среды определяли потенциметрическим методом. Полученные результаты представлены в таблице-5.

Результаты анализа: изучены условия гидролиза ПАА в кислой и щелочной средах, полученные результаты сопоставлены и проанализированы. Исследования показали, что ПАА можно получить в качестве химического реагента, используемого при бурении, путем щелочного гидролиза. В частности, оптимальными условиями гидролиза оказались 20% раствора гидроксида (массовое соотношение 1:1), с помощью УЗ при температуре 70°C, продолжительность гидролиза 8 часов, температура сушки 70°C, продолжительность составляет 26 часов.

Физико-химические свойства реагента, полученного щелочным гидролизом ПАА, показали относительно по-

Таблица 5

*pH* раствора реагентов на основе ПАА

Кесте 5

ПАА негізіндегі реагенттер ерітіндісінің *pH*

Table 5

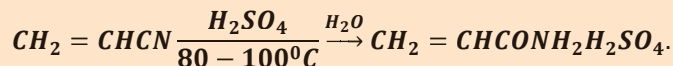
*pH* of a solution of reagents based on PAA

Исследуемый образец	pH раствора, %				
	образец при сушке 40°C	образец при сушке 50°C	образец при сушке 60°C	образец при сушке 70°C	образец при сушке 80°C
ПАА-К	3	3	3,4	2,7	3
ПАА-И	13	12,5	13	13	12

ложительные свойства. Однако было установлено, что время его плавления в 2 раза медленнее, чем у других аналогов. Это связано с высокой молекулярной массой полученного химического реагента. Для решения этой проблемы проводятся исследования по синтезу химического реагента из мономера (акрилонитрила).

### Полученные результаты

Акриламид из акрилонитрила можно получить в результате реакции кислоты  $NH_3$  с ангидридом соляной или акриловой кислоты или ее метиловым эфиром. В промышленности синтез акриламида осуществляют по следующей схеме:



Необходимые вещества для процесса синтеза отмеряли следующим образом: 53 г акрилонитрила, 100 г 98%-ной серной кислоты, 18 мл воды. Процесс проводили в трехгорлой термостойкой колбе на масляной бане при температуре 80-90°C в течение 5 часов. Также для управления процессом полимеризации были необходимы ингибиторы (соли меди, железа и др.). В исследовании использовался медный купорос. Учитывая, что этот процесс является экзотермическим, обеспечивалось условие, чтобы испаряющиеся вещества конденсировались в обратном холодильнике и попадали в колбу.

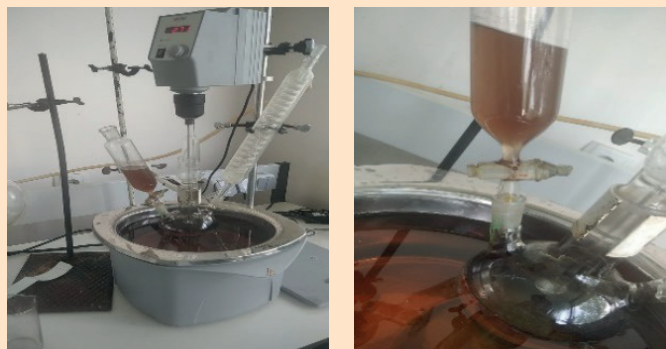


Рис. 2. Процесс синтеза.  
Сурет 2. Синтез процесі.  
Figure 2. Synthesis process.

Акриламид – это бесцветные кристаллы без запаха; акриламид растворим в воде, метаноле, этаноле, ацетоне, диоксане, хлороформе; мало растворим в бензоле и гептане (0,28 и 0,03 г в 100 мл).

Определены оптимальные условия синтеза акриламида из мономера акрилонитрила, мольное соотношение мономера, концентрированного сульфата и воды составляло 1:1:1, его проводили на масляной бане при постоянном перемешивании со скоростью 250-300 оборотов в минуту, температура 80-90°C, длительность реакции 5 часов, проведены исследования по очистке акриламида, полученного на основе акрилонитрила, от различных посторонних ионов.

Катионит использовали для замены катионов меди, бария, серебра и кальция в растворе акриламида катионами водорода (рис. 3). Первоначально катионит активировали 0,2 н. раствором серной кислоты, а анионит – 0,2 н. раствором щелочи в течение одних суток. Раствор акриламида сначала пропускали через колонку, заполненную катионитом (со скоростью 15-20 капель/мин). Анионит использовали для замены сульфат- и хлорид-анионов в растворе акриламида на гидроксил-анион. Для этого раствор акриламида пропускали через колонку, заполненную анионитом, со скоростью 17-20 капель/мин.



Рис. 3. Удаление анионов и катионов в растворе акриламида.

Сурет 3. Акриламид ерітіндісіндегі аниондар мен катиондарды жою.

Figure 3. Removal of anions and cations in acrylamide solution.



**Рис. 4. ИК-спектрометрия акриламида.**  
**Сурет 4. Акриламидтің ИК спектрометриясы.**  
**Figure 4. IR spectrometry of acrylamide.**

На следующем этапе очищенный от ионов раствор акриламида закачивали водой в роторный испаритель под вакуумом (0,1 атм) при температуре  $38 \pm 2^\circ\text{C}$ . Затем акриламид аккуратно выделяли осаждением с использованием органических растворителей. Выход составляет 87,4%.

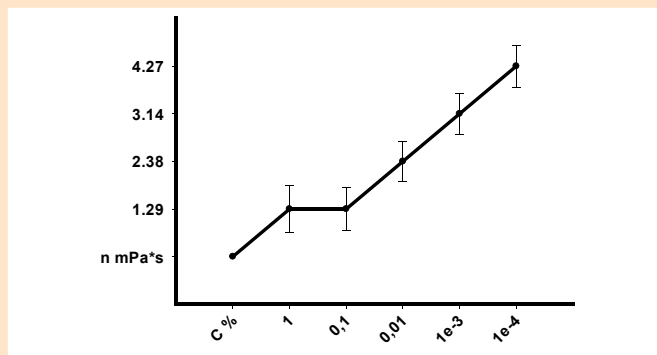
Физико-химические свойства полученного после синтеза акриламида заключаются в том, что мономер акриламида хорошо растворяется в воде, ацетоне и этаноле. Очень мало растворим в бензоле. Определено, что температура плавления  $84,5^\circ\text{C}$ , температура кипения  $215^\circ\text{C}$ .

Идентификацию акриламида (качественный анализ) проводили методом ИК-спектроскопии (Shimadzu, Япония) (рис. 4). В спектре акриламида видно, что имеются полосы поглощения при  $1617$  и  $1672\text{ см}^{-1}$ , характерные для амидной функциональной группы, и  $1441\text{ см}^{-1}$ , характерные для карбонильной группы. Это подтверждает, что полученное вещество является акриламидом.

Вязкость приготовленных растворов определяли отдельно на вискозиметре. Полученные результаты представлены на рисунке 5.

#### Закключение

Как видно из рисунка 5, первоначально с увеличением концентрации ДТАКС вязкость раствора уменьшалась.



**Рис. 5. Концентрационная зависимость вязкости раствора реагента, модифицированного ДТАКС.**  
**Сурет 5. Өзгертілген реагент ерітіндісінің тұтқырлығының концентрациялық тәуелділігі ДТАКС.**  
**Figure 5. Concentration dependence of the viscosity of the reagent solution modified by DTAX.**



**Рис. 6. Национальный буровой реагент типа ПАА-СА.**  
**Сурет 6. ПАА-СА типті Ұлттық бұрғылау реагенті.**  
**Figure 6. National drilling reagent of the PAA-SA type.**

Но увеличение концентрации от 0,1% не повлияло на вязкость раствора. В результате исследований разработан высококачественный местный буровой реагент на основе акриламида.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Нескоромных В.В. Оптимизация в геологоразведочном производстве. // ИНФРА-М. – 2015. – С. 138-153 (на русском языке)
2. Николаев Н.И., Леушева Е.Л. Теоретические и экспериментальные исследования эффективности бурения твердых горных пород. // Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2015. – Вып. 15. – С. 38-46 (на русском языке)
3. Имамов Р., Аширов Ф.У. Создание и внедрение в производство рецептур безглинистых и малоглинистых полимерных буровых растворов с разработкой практических рекомендаций по рациональному применению на объектах ГРП. // Отчет по госбюджетной теме №1114 за 2015-2017 гг. – 2017. – С. 155 (на русском языке)
4. Мирзиев Ш.М. Мы будем решительно продолжать наш путь национального развития и поднимать его на новый уровень. // Издательство Узбекистан. – 2017. – С. 592 (на узбекском языке)

5. Ashirov F.U., Khasanov J.Sh., Masariddinov A.Kh., Yusupov A.A. Полимерный гель и буровые смеси из местного сырья производства Узбекистана. // Международный журнал инженерных и информационных систем. – 2020. – Т. 4. – Вып. 11. – С. 15 (in English)
6. Рябокин С.А. Технологические жидкости для заканчивания и ремонта скважин. // НИЦ ИНФРА-М. – 2018. – С. 382 (на русском языке)
7. Иمامов Р., Аширов Ф.У. Основные направления разработки буровых растворов для скоростного алмазного бурения в осложненных разрезах. // Геология и минеральные ресурсы. – 2019. – Вып. 3. – С. 66-68 (на русском языке)
8. Ashirov F.U., Kobilov Z.M. Анализ гидролиза местных реагентов с целью создания отечественного реагента. // Международная научно-практическая конференция. – 2022. – С. 298-300 (на узбекском языке)
9. Муратов Н.Д., Жаббаров Б.Н. Ўзбекистон Республикасида уран конларининг геологик хусусиятлари. // Журнал Геология и минеральные ресурсы. – 2023. – Вып. 1. – С. 23-25 (на русском языке)
10. Нурматов У.Д., Аширов Ф.У., Иمامов Р. Полимерно-гелевые и низкогелевые буровые растворы, изготовленные из местного сырья в Узбекистане. // Журнал Геология и минеральные ресурсы. – 2018. – Вып. 3. – С. 76-78 (на узбекском языке)

#### ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Геологиялық барлау өндірісіндегі оңтайландыру. // ИНФРА-М. – 2015. – Б. 138-153 (орыс тілінде)
2. Николаев Н.И., Леушева Е.Л. Қатты жыныстарды бұрғылау тиімділігін теориялық және эксперименттік зерттеу. // ПНИПУ хабаршысы. Геология. Мұнай-газ және тау-кен дело. – 2015. – Шығ. 15. – Б. 38-46 (орыс тілінде)
3. Иمامов Р., Аширов Ф.У. ГРП объектілерінде ұтымды қолдану бойынша практикалық ұсынымдар әзірлей отырып, сазсыз және аз сазды полимерлі бұрғылау ерітінділерінің рецептураларын жасау және өндіріске енгізу. // 2015-2017 жж. №1114 мемлекеттік бюджеттік тақырып бойынша есеп. – 2017. – Б. 155 (орыс тілінде)
4. Мирзиеев Ш.М. Біз ұлттық дамуға жолымызды жалғастырамыз және оны жаңа деңгейге шығарамыз. // Өзбекстан Баспасы. – 2017. – Б. 592 (өзбек тілінде)
5. Ashirov F.U., Khasanov J.Sh., Masariddinov A.Kh., Yusupov A.A. Полимерлі гель және Өзбекстанда өндірілген жергілікті шикізаттан жасалған мұнай мөлшері аз ұңғымаларды бұрғылауға арналған қоспалар. // Халықаралық инженерлік және ақпараттық жүйелер журналы (IJASIS) ISSN: 2643-640x. – 2020. – Т. 4. – Шығ. 11. – №11. – Б. 15 (ағылшын тілінде).
6. Рябокин С.А. Ұңғымаларды аяқтауға және жөндеуге арналған технологиялық сұйықтықтар. // НИЦ ИНФРА-М. – 2018. – Б. 382 (орыс тілінде)
7. Иمامов Р., Аширов Ф.У. Күрделі бөлімдерде жоғары жылдамдықты алмас бұрғылау үшін бұрғылау ерітінділерін әзірлеудің негізгі бағыттары. // Геология және минералды ресурстар. – 2019. – Шығ. 3. – Б. 66-68 (орыс тілінде)
8. Аширов Ф.У., Кобилов З.М. Ұлттық реагентті құру мақсатында жергілікті реагенттердің гидролизіне талдау жүргізілді. // Халықаралық ғылыми-практикалық конференция. – 2022. – Б. 298-300 (өзбек тілінде)
9. Мұратов Н.Д., Джаббаров Б. Н. Өзбекстан Республикасындағы уран кен орындарының геологиялық ерекшеліктері. // Журнал Геология және минералды ресурстар. – 2023. – Шығ. 1. – Б. 23-25 (орыс тілінде)
10. Нурматов У.Д., Аширов Ф.У., Иمامов Р. Өзбекстандағы отандық шикізаттан жасалған полимергелли және камгилли бұрғылау ерітінділері. // Журнал Геология және минералды ресурстар. – 2018. – Шығ. 3. – Б. 76-78 (өзбек тілінде)

#### REFERENCES

1. Neskornnykh V.V. Optimizatsiya v geologorazvedochnom proizvodstve [Optimization in geological exploration production]. // INFRA-M. – 2015. – P. 138-153 (in Russian)
2. Nikolayev N.I., Leusheva Ye.L. Teoreticheskiye i eksperimentalnyye issledovaniya effektivnosti bureniya tverdyh gornyh porod [Theoretical and experimental studies of the efficiency of drilling of solid rocks]. // Vestnik PNIPIU. Geologiya. Neftgazovoye i gornoye delo = Bulletin of PNRPU. Geology. Oil and gas and mining. – 2015. – No.15. – P.38-46 (in Russian)
3. Imamov R., Ashirov F.U. Sozdaniye i vnedreniye v proizvodstvo retseptur bezglinistykh i maloglinistykh polimernykh burovyyh rastvorov s razrabotkoy prakticheskix rekomendatsiy po ratsionalnomu primeneniyu na obyektax GRR [Creation and introduction into production of formulations of clay-free and low-clay polymer drilling fluids with the development of practical recommendations for rational

- use at exploration sites]. // *Otchet po gosbyudjetnoy teme №1114 za 2015-2017 gg. = Report on the state budget topic No.1114 for 2015-2017 №1114 za 2015-2017 gg. – 2017. – P. 155 (in Russian)*
4. Mirziyeev Sh.M. Milliy taraqqiyot yo‘limizni qatiyat bilan davom ettirib, yangicha bosqichga ko‘taramiz [We will continue our path to national development and take it to a new level]. // *O‘zbekiston nashriyoti = Publishing house Uzbekistan. – 2017. – P.592 (in Uzbek)*
  5. Ashirov F.U., Khasanov J.Sh., Masariddinov A.Kh., Yusupov A.A. Polymer Gel and Low Gill Drilling Mixes Made From Local Raw Materials Made In Uzbekistan. // *International Journal of Engineering and Information Systems (IJEAIS) ISSN: 2643-640X. – 2020. – Vol. 4. – Issue 11. – P. 15 (in English)*
  6. Ryabokin S.A. Texnologicheskiye jidkosti dlya zakanchivaniya i remonta skvajin [Technological fluids for completion and repair of wells]. // *SIC INFRA-M. – 2018. – P. 382 (in Russian)*
  7. Imamov R., Ashirov F.U. Основные направления разработки буровых растворов для скоростного алмазного бурения в осложнённых разрезах [The main directions of development of drilling fluids for high-speed diamond drilling in complicated sections]. // *Geologiya i mineralnye resursy = Geology and Mineral resources. – 2019. – Issue 3. – P. 66-68 (in Russian)*
  8. Ashirov F.U., Kobilov Z.M. Milliy reagent yaratish maqsadida, mahalliy reagentlarni gidrolizlash tahlili [In order to create a national reagent, the analysis of hydrolysis of local reagents]. // *Mejdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferensiya = International scientific and practical conference. – 2022. – P. 298-300 (in Uzbek)*
  9. Muratov N.D., Zhabbarov B.N. O‘zbekiston Respublikasida uran konlarining geologik xususiyatlari [Geological features of uranium deposits in the Republic of Uzbekistan]. // *Geologiya i mineralnye resursy = Journal of Geology and Mineral Resources. – 2023. – Issue 1. – P. 23-25 (in Russian)*
  10. Nurmatov U.D., Ashirov F.U., Imamov R. O‘zbekistonda mahalliy xom ashyolardan tayyorlangan polimergelli va kam gilli burg‘ilash eritmalari [Polymergel and low-clay Drilling Solutions made from domestic raw materials in Uzbekistan]. // *Jurnal Geologiya i mineralnye resursy = Journal of Geology and Mineral Resources. – 2018. – Issue 3. – P. 76-78 (in Uzbek)*

**Сведения об авторах:**

**Аширов Ф.У.**, начальник лаборатории государственного учреждения «Институт минеральных ресурсов» при Университете геологических наук Министерства горнодобывающей промышленности и геологии Республики Узбекистан (г. Ташкент, Узбекистан), [furkat-2283@mail.ru](mailto:furkat-2283@mail.ru); <https://orcid.org/0009-0001-3156-3282>

**Авторлар туралы мәліметтер:**

**Аширов Ф.У.**, Ўзбекистон Республикасы тау-кен өнеркәсібі және геология министрлігі Геология ғылымдары университетінің жанындағы «Минералдық ресурстар институты» мемлекеттік мекемесінің зертхана бастығы (Ташкент қ., Өзбекистан)

**Information about the authors:**

**Ashirov F.U.**, Head of the laboratory of the state institution «Institute of Mineral Resources» at the University of Geological Sciences of the Ministry of Mining Industry and Geology of the Republic of Uzbekistan (Tashkent, Uzbekistan)