

УДК 622.349.5.012

## АО «ДАЛУР»: СЫРЬЕВАЯ БАЗА, ЭТАПЫ СТАНОВЛЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ



**Н. А. ПОПОНИН<sup>1</sup>**, генеральный директор, [poponin.n.a@dalur.ru](mailto:poponin.n.a@dalur.ru)



**Ю. И. ЛАПТЕВ<sup>1</sup>**, главный геолог

<sup>1</sup>АО «Далур», Курганская область, Россия

### Введение

Акционерное общество «Далур» — первое в России действующее предприятие по подземному скважинному выщелачиванию урана, расположенное на территории Далматовского района Курганской области, примерно в 50 км к югу от г. Далматово.

Помимо российских предприятий, добычу урана методом подземного скважинного выщелачивания (ПСВ) ведут в Казахстане, Узбекистане, США и Австралии. При этом в России, Казахстане, Узбекистане и Австралии для извлечения урана из руд применяют сернокислотное скважинное подземное выщелачивание, а в США — бикарбонатный способ подземного выщелачивания. Некоторую часть урана в мире получают как попутный продукт при подземной добыче и последующей переработке комплексных руд: медно-урановых (Олимпик-Дэм), золотоурановых (Витватерсранд) или фосфоритов [1–8].

Способ ПСВ урана, применяемый в АО «Далур», заключается в извлечении урана из руд на месте их залегания, на глубинах от 300 до 600 м. Основные процессы при этом следующие: управляемая циркуляция технологических растворов в рудовмещающем водоносном горизонте; избирательное растворение (выщелачивание) урана из руды на месте ее залегания химическими реагентами (серная кислота) с применением окислителей (нитрит натрия, перекись водорода, кислород воздуха) и извлечение через скважины на поверхность продуктивных растворов. Последующей технологической операцией является извлечение урана, находящегося в составе продуктивных растворов, путем их переработки по ионообменной технологии на технологической установке с получением конечной продукции — концентрата природного урана (полиураната аммония) [9–13].

На сегодняшний день основной минерально-сырьевой базой, на которой АО «Далур» осуществляет добычу урана в промышленном масштабе, является Далматовское месторождение. Помимо этого,

Описана история становления и развития акционерного общества «Далур». АО «Далур» — первое в России действующее предприятие, занимающееся добычей урана методом подземного скважинного выщелачивания. Предприятие расположено на территории Далматовского района Курганской области.

**Ключевые слова:** акционерное общество «Далур», Далматовское месторождение, способ подземного скважинного выщелачивания (ПСВ) урана, оруденение, минерально-сырьевая база, минерализация, концентрат природного урана (полиуранат аммония).

**DOI:** [dx.doi.org/10.17580/gzh.2016.10.01](https://dx.doi.org/10.17580/gzh.2016.10.01)

АО «Далур» обладает лицензией на разведку и добычу урана в пределах Хохловского месторождения (Шумихинский район Курганской области), на котором осуществляют опытно-промышленные работы; в перспективе планируется освоение Дробовольного месторождения (Звериноголовский район Курганской области) [14].

### Сырьевая база предприятия

Рудное поле Далматовского месторождения [15–19] расположено в западной части Западно-Сибирского ураноносного пояса на территории Пышминско-Уйского междуречья. Урановое оруденение Далматовского месторождения приурочено к верховьям одноименной палеодолины (Центральный и Западный участки) и впадающего в него левого притока (Уксянский участок). Оно сосредоточено в пределах развития средневерхнеюрских, аллювиально-делювиальных отложений на глубине от 360 до 510 м от поверхности и контролируется областью выклинивания зоны окислительного эпигенеза. Около 30 % запасов месторождения локализовано в так называемых висячих залежах, не имеющих площадных нижних водоупоров. При этом 73,5 % запасов приурочено к относительно выдержанным по площади и в разрезе залежам.

Урановая минерализация типична для месторождений гидротермального типа и представлена настураном и коффинитом, присутствующими примерно в равных количествах. Вторичные процессы сероводородного восстановления и экранирования рудной минерализации каолинитом, а также в целом высокая восстановленность руд объясняют их значительную упорность по отношению к разбавленным растворам серной кислоты и низкую скорость растворения и извлечения урана из руд. Рудовмещающие пески малокарбонатные, в основном состоят из кварца, полевые шпаты и слюды находятся в подчиненном количестве. Химический состав руд силикатный (85 % SiO<sub>2</sub>).

Рудовмещающие горизонты обводнены, пьезометрические уровни фиксируются на глубине 10–15 м от поверхности, водопроницаемость пород 10–100 м<sup>2</sup>/сут, минерализация 1,2–1,3 г/л,

© Попонин Н. А., Лаптев Ю. И., 2016



Производственная площадка АО «Далур»

температура воды 18 °С. Из-за высокой минерализации и содержания радиоактивных элементов пластовые воды рудовмещающих горизонтов не пригодны для хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения.

Рудные залежи имеют вид извилистых лент, повторяющих контур эпигенетических изменений. Ширина рудных залежей колеблется в пределах 50–400 м, протяженность — от 1,5 до 4 км, мощность рудовмещающих водоносных горизонтов 10–30 м, мощность рудных тел 1–24 м. Среднее содержание урана в руде 0,039 %.

Для рудных тел и залежей, расположенных в прибортовой части палеодолины и локализованных в объединенном водоносном горизонте основания продуктивной толщи, характерна форма срезаных роллов, в которых развито верхнее крыло и верхняя часть мешка, а нижняя часть мешка и нижнее крыло отсутствуют. В проницаемых осадках верхних частей разреза при детальном анализе выделяются рудные тела, представляющие собой усложненные роллы с характерным для этого типа тел мешковыми и крыльевыми частями.

Сырьевая база Далматовского месторождения утверждена протоколом заседания Государственной комиссии по запасам Минприроды России № 298 от 17 февраля 1995 г. [17–19]. Утвержденные запасы урана месторождения по состоянию на 01.01.1994 г. (по категориям) составляют: балансовые — 7825 т (категория С<sub>1</sub>) и 2402 т (категория С<sub>2</sub>); забалансовые — 1003 т (категория С<sub>1</sub>) и 604 т (категория С<sub>2</sub>). Прогнозные ресурсы урана категории Р<sub>1</sub> по Далматовскому месторождению оценены в 2865 т, в том числе геометризовано 802 т, остальные ресурсы подсчитаны по одиночным пересечениям.

Месторождение открыто в 1979 г. партией № 93 Зеленогорской экспедиции ПГГРУ Мингео СССР. В 1979–1984 гг. Юрской партией № 71 выполнялись поисковые и поисково-оценочные работы, в 1982–1986 гг. проведена предварительная, а в 1985–1992 гг. — детальная разведка. Основной объем буровых работ

в стадии детальной разведки на Центральном участке выполнен в 1985–1988 гг., на Уксянском участке — в 1988–1990 гг.

В 1984 г. цехом № 11 Малышевского рудоуправления на Центральном участке в пределах полигона ПВ-2 начата опытно-промышленная отработка способом подземного выщелачивания. В 1990 г. работы были прекращены. Добыто 183 т урана при извлечении 32,5 %.

В процессе опытно-промышленных работ в продуктивных растворах были выявлены повышенные концентрации редкоземельных элементов. Это потребовало доизучения месторождения с привлечением дополнительных объемов бурения (1988–1992 гг.). В 1992–1994 гг. на полигоне ПВ-2 выполнялись опытно-методические работы по получению отдельных концентратов урана и скандия. В результате этих работ добыто 8 т урана и получен концентрат, содержащий 15 % скандия. В 1995 г. по причине отсутствия финансирования все работы на Далматовском месторождении были остановлены, технологическая установка и добычная полигон законсервированы.

За весь период изучения месторождения пробурено 2649 скважин всех типов объемом 1212,1 тыс. м, из них поисковых и разведочных — 2533 (1160,9 тыс. м), в том числе в стадии предварительной разведки — 1296 (604,3 тыс. м), детальной — 730 (338,2 тыс. м), доразведки — 190 (86 тыс. м). Кроме опытно-промышленных работ, в процессе разведки выполнено пять натуральных двухскважинных геотехнологических опытов и два полупромышленных многоскважинных опыта.

В 1998 г. силами Малышевского рудоуправления на Центральном участке были продолжены опытно-промышленные работы с целью составления ТЭО и рабочего проекта на отработку Далматовского месторождения урана способом скважинного подземного выщелачивания.

*Хохловское месторождение* расположено в южной части Среднего Зауралья на стыке Зауральского поднятия и Тюменско-Кустанайского прогиба (Шумихинский район Курганской обла-



**Бурение технологических скважин**

сти). Центр рудного поля находится вблизи южной окраины районного центра г. Шумихи.

Рудное поле Хохловского месторождения имеет протяженность 28 км и расположено в пределах самого южного притока Песчанской палеосистемы, имеющего простирание с юго-запада на северо-восток, прослеженного на 65 км. Ширина палеодолины варьирует от 1 км в верховьях до 4 км в месте слияния с субмеридиональным притоком в восточной части. Глубина залегания продуктивной толщи составляет 520–680 м. Рудовмещающий комплекс аллювиальных осадков позднюрского возраста представлен толщей ритмично переслаивающихся гравийно-песчаных, песчано-глинистых и глинистых осадков таборианской свиты. Горизонты проницаемых пород более выдержаны и равномерны по гранулометрическому составу и распределению в толще пород органических восстановителей. В результате урановое оруденение имеет более равномерный характер развития по мощности рудных тел и содержанию в них урана, что подтверждается и коэффициентами вариации этих показателей.

На Хохловском месторождении размещение рудных залежей в продуктивной толще также имеет некоторые особенности. Около 94 % запасов урана размещено в пределах верхнего водоносного подгоризонта, где руда практически повсеместно ограничена верхним и нижним (надрудным и подрудным) водоупорами, что

при достаточно хорошей рудонасыщенности позволяет направлять потоки выщелачивающих растворов по руде.

В минералогическом отношении руды Далматовского и Хохловского месторождений схожи. Рудная минерализация в основном представлена настураном, в меньшей степени присутствует коффинит. Попутные урану компоненты одни и те же, по технологичности руды монокомпонентные — урановые. Текстурно-структурные особенности руд Далматовского и Хохловского месторождений очень похожи. Единственное отличие связано с крупностью выделений дисульфидов железа. На Хохловском месторождении в проницаемой толще осадков намного реже отмечаются крупные выделения пирита, чем это имеется в породах Далматовского месторождения. Поскольку на обоих месторождениях значительное скопление урановых минералов сосредоточено внутри конкреций сульфидов, это имеет существенное значение для извлечения урана, так как объемы открытой рудной минерализации на Хохловском месторождении выше [15–20].

В гидрогеологическом отношении Хохловское месторождение также имеет ряд преимуществ. Достигнутая на нем производительность скважин по дебитам откачки (13 м<sup>3</sup>/ч) существенно превышает среднюю производительность, обеспеченную на Далматовском месторождении (5–8 м<sup>3</sup>/ч). Статический уровень вод рудовмещающего горизонта на Хохловском месторождении составляет в среднем 34 м (против 10 м на Далматовском), что способствует увеличению производительности скважин на закачке при свободном наливе. Температура вод на Хохловском месторождении несколько выше: 24 °С против 18 °С на Далматовском месторождении. Характерной особенностью вод является высокое содержание гидрокарбонат-иона (до 2,5 г/л, с более высоким значением pH = 6–7), в отличие от Далматовского месторождения, где распространены содовые воды (pH = 8,2–8,8).

Протоколом Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых № 2363-оп от 15 декабря 2010 г. приняты на государственный учет балансовые запасы Хохловского месторождения урана (по состоянию на 01.05.2010 г.) в следующих количествах: балансовые — 3451 т (категория С<sub>1</sub>), 1312,1 т (категория С<sub>2</sub>); забалансовые — 301,2 т (категория С<sub>1</sub>) и 501,2 т (категория С<sub>2</sub>).

В результате поисковых работ месторождений урана в пределах Зауралья, которые были проведены геологами ГПП «Зеленогорскгеология» в 1980–1990 гг., был выявлен ряд рудопроявлений урана (Лебяжинское, Рижское, Шумихинское) и многочисленные радиометрические аномалии, среди которых была зафиксирована и Хохловская группа радиометрических аномалий; в районе их развития было рекомендовано проведение рекогносцировочных поисков.

В 1995–1996 гг. на месторождении проводились поисково-оценочные работы, в результате которых месторождение было прослежено по простиранию на 14 км. На 01.07.1996 г. на месторождении было пройдено 155 скважин объемом бурения 90 тыс. м. В 1996–1999 гг. на Хохловском месторождении были продолжены прогнозно-геологические исследования, по результатам которых была откартирована Хохловская палеодолина.





### Пескоотстойники продуктивных и выщелачивающих растворов

Общая протяженность палеодолины составила 65 км, ореол распространения концентраций урана более 0,01 % откартирован на протяжении около 40 км, а оруденение, залегающее в условиях, пригодных для добычи способом подземного выщелачивания, зафиксировано на протяжении 28 км.

В 1999–2003 гг. силами ГПП «Зеленогорскгеология» были проведены работы по оценке промышленной значимости Хохловского месторождения урана, которые включали в себя детализационное бурение, гидрогеологические исследования и подготовительные работы к проведению многоскважинного опыта по подземному выщелачиванию. В 2008–2009 гг. на значительной части изученной ранее площади проведено дополнительное бурение для оценки запасов по категориям  $C_1$  и  $C_2$ . На наиболее крупной Восточной залежи Хохловского месторождения был сооружен куст гидрогеологических скважин, на котором были проведены комплексы работ по оценке инженерно-геологических и гидрогеологических особенностей месторождения. На Центральной залежи месторождения АО «Далур» проводит опытно-промышленные работы с переработкой продуктивных растворов на локальной сорбционной установке.

В 2012–2014 гг. силами УФ «Зеленогорскгеология» ФГУПП «Урангео» были проведены ревизионно-поисковые работы по Рижскому и Шумихинскому рудопроявлениям. Работы показали отрицательный результат, заслуживающих внимания ресурсов урана не выявлено.

*Добровольное месторождение* [21] находится в Звериноголовском районе Курганской области, в 300 км от Далматовского месторождения, и было выявлено ГПП «Зеленогорскгеология» в

1986 г. Поисково-оценочные работы проведены в 1987–1988 гг., предварительная разведка — в 1987–1994 гг.

Протоколом комиссии по запасам концерна «Геологоразведка» № 335 от 03.08.1995 г. определены запасы урана категории  $C_1$  в количестве 339 т, категории  $C_2$  — 7060 т, прогнозные ресурсы категории  $P_1$  — 5656 т. Месторождение находится в сложных горно-геологических условиях, в зоне самоизлива напорных вод мывовского и верхнеюрского водоносных горизонтов. Протоколом определено, что для разработки технико-экономического обоснования промышленного освоения месторождения необходимо проведение полупромышленного натурного опыта. Запасы урана Добровольного месторождения категорий  $C_1 + C_2$  учтены Государственным балансом по состоянию на 01.01.2014 г.

### Этапы становления

#### и производственная деятельность АО «Далур»

13 июня 2001 г. было зарегистрировано закрытое акционерное общество «Далур». Учредителями выступили ОАО «ТВЭЛ» и ФГУ ГПП «Урангео». Основная цель создания общества — освоение минерально-сырьевой базы Зауральского ураново-рудного района и производство сырья для обеспечения атомной энергетики ядерным топливом. С этого момента АО «Далур» начало промышленную отработку Далматовского месторождения.

В последующие 2001–2006 гг. АО «Далур» наращивало производственные мощности путем вскрытия и ввода в эксплуатацию новых технологических блоков на Центральной производственной площадке Далматовского месторождения, что позволило организовать бесперебойную работу предприятия и значительно увели-



**Отделение сорбции участка переработки продуктивных растворов**

чить добычу урана. В 2004 г. после оценки промышленной значимости Хохловского месторождения урана была получена лицензия на изучение этого месторождения.

С целью увеличения производственной мощности АО «Далур» в 2006 г. был построен и введен в эксплуатацию главный технологический корпус по переработке продуктивных растворов производительностью до 700 т урана в год. В начале 2007 г. на предприятии были начаты работы по вскрытию запасов на Западном участке Далматовского месторождения. В конце того года на Западном участке были сданы в эксплуатацию первые геотехнологические блоки и начала действовать локальная сорбционная установка. В 2009 г. введены в эксплуатацию геотехнологические блоки на Усть-Уксянской залежи Далматовского месторождения, параллельно начала работать локальная сорбционная установка. На Хохловском месторождении начаты опытные работы по подземному выщелачиванию и введен в эксплуатацию локальный сорбционный участок на Центральной части месторождения.

С целью интенсификации процесса подземного выщелачивания готовой продукции в 2010 г. в промышленных масштабах был применен окислитель (нитрит натрия), что позволило увеличить содержание урана в продуктивных растворах, сократить время выщелачивания и снизить себестоимость продукта. В это же время получено ТЭО временных кондиций по Хохловскому месторождению, а также завершено строительство дороги и моста через р. Барневку от Центральной производственной площадки (ЦПП) до площадки локально-сорбционной установки (ЛСУ) «Усть-Уксянская».

В 2011 г. была проделана большая работа по автоматизации основных технологических процессов на полигонах ПСВ, сорбции и регенерации, введены в эксплуатацию дорога и мост от ЦПП до

ЛСУ «Усть-Уксянская», запущена резервная ЛЭП ВЛ-10 кВ на Усть-Уксянском участке и завершена реконструкция склада серной кислоты на прирельсовой базе.

В 2012 г. АО «Далур» произвело более 500 т урана в виде готовой продукции, а также была спроектирована и создана опытно-промышленная установка для попутного извлечения редкоземельных элементов из продуктивных растворов, получаемых при добыче урана. Еще одним важным достижением в 2012 г. стало прохождение АО «Далур» внешнего сертификационного аудита с получением сертификатов соответствия международным стандартам по ISO 9001:2008 и ISO 14001:2004.

В 2013 г. предприятием была получена лицензия на разведку и добычу урана на месторождении Хохловское, вследствие чего на месторождении начаты геологоразведочные работы. Одновременно продолжены опытно-промышленные работы на Хохловском месторождении, для чего были введены в эксплуатацию объекты опытного участка: отстойники продуктивных и возвратных растворов, технологический узел закисления, электрощитовая.

В это же время на Далматовском месторождении продолжались работы по выпуску готовой продукции в соответствии с промежуточным стандартом «базовой спецификации» ASTM C967-08, начаты опытные работы по изучению возможности попутного извлечения РЗМ в виде коллективного концентрата из продуктивных растворов, завершена модернизация локальной сорбционной установки Усть-Уксянской залежи Далматовского месторождения с возможностью переработки до 1100 м<sup>3</sup>/ч продуктивных растворов.

В 2014 г. был завершен основной объем геологоразведочных работ на Хохловском месторождении. При поддержке ГК «Росатом» начата реализация федеральной целевой программы «Реабилитация территорий, нарушенных в результате геологоразведочных и опытных работ на Далматовском месторождении». В главном производственном корпусе начаты пусконаладочные испытания системы сушки суспензии соединений урана.

В 2015 г. в главном производственном корпусе введена в промышленную эксплуатацию система сушки суспензии соединений урана (желтого кека). Линия вышла на проектную мощность — 120 кг желтого кека в час. После внедрения современной технологии сушки влажность готовой продукции снизилась с 30 до 2 %. На предприятии запущена пилотная установка по извлечению скандия из продуктивных растворов и последующему рафинированию концентрата.

В настоящее время в АО «Далур» в постоянной работе находятся порядка 530 откачных, 1400 закачных скважин, что обеспечивает выполнение производственной программы по добыче и выпуску урана в объеме 591 т и полную загрузку производственных мощностей по переработке продуктивных растворов.

**Перспективы развития предприятия**

Основные перспективы развития АО «Далур» связаны с добычей урана на Хохловском и Добровольном месторождениях.

На Хохловском месторождении в настоящее время заканчиваются опытно-промышленные работы, готовится к разработке и сдаче в ГКЗ «Роснедра» ТЭО постоянных кондиций по место-



рождению. В июне 2016 г. заключен договор на проектирование электрической подстанции ПС-110/10 «Далур», которая в будущем обеспечит электроснабжение всех объектов Хохловского месторождения. Строительство подстанции планируется осуществить в 2017–2018 гг.

Для стабильного функционирования существующего производства, его обеспечения и административного управления с учетом перспективного развития производственного комплекса на базе Хохловского месторождения предусматривается строительство прирельсовой базы и площадки Управления ОПУ Хохловского месторождения.

Прирельсовая база и площадка Управления предполагают сооружение объектов складского хозяйства, административного и вспомогательного назначения. Разработку рабочей документации планируется завершить в 2016 г. Строительство объектов прирельсовой базы и площадки ОПУ на Хохловском месторождении предполагается начать в 2017 г. и полностью ввести комплекс в эксплуатацию в 2019–2020 гг.

Проектно-сметную и рабочую документацию на строительство предприятия Хохловского месторождения планируется выполнить к 2019 г. Сооружение всех объектов предприятия Хохловского месторождения и горно-подготовительные работы начнут в 2020 г., а ввод их в эксплуатацию и добычу урана на Хохловском месторождении планируется начать с января 2022 г.

Все вышеперечисленные планируемые работы обеспечат максимальную добычу урана на Хохловском месторождении в объеме 345 т в год.

По *Добровольному месторождению* до конца 2017 г. планируется получить лицензию на пользование недрами. После получения лицензии в 2018 г. планируется выполнить проектно-сметную и рабочую документацию на строительство опытно-промышленного участка с получением положительного заключения государственной экспертизы.

С 2018 по 2019 г. планируются проведение геологоразведочных работ и бурение опытно-промышленного участка ПСВ с целью отработки оптимальных режимов ведения технологического процесса. Параллельно с бурением планируется также строительство промышленных объектов опытного участка — локально-сорбционной установки, пескоотстойников, подсобных помещений и т. д.

По результатам опытных работ будут получены ТЭО постоянных кондиций Добровольного месторождения и определена годовая производительность опытного участка.



**Главный технологический корпус участка переработки продуктивных растворов**

### Заключение

Можно с уверенностью сказать, что АО «Далур» является передовым предприятием в сфере добычи урана способом ПСВ, деятельность которого нацелена на усовершенствование технологических процессов, поиск и внедрение инновационных технологий, повышение производительности труда и снижение себестоимости продукции. При этом серьезное внимание уделяется технике безопасности и охране окружающей среды.

### Библиографический список

1. Уран в Австралии (по материалам «World Nuclear Association», август 2013 г.). URL: <http://eircenter.com/ua-analitika/uran-v-avstralii> (дата обращения: 15.09.2016).
2. Канада // Горная энциклопедия. URL: <http://www.mining-enc.ru/k/kanada/> (дата обращения: 15.09.2016).
3. Канадский уран // Место встречи Монреаль. 2013. Вып. 685 (на русск. яз.). URL: <http://russianmontreal.ca/index.php?newsid=2514> (дата обращения: 15.09.2016).
4. Сырьевой комплекс зарубежных стран. Информационно-аналитический центр «Минерал». URL: <http://www.mineral.ru/Facts/world/116/136/index.html> (дата обращения: 15.09.2016).
5. Глинский М. Л., Глаголев А. В., Дрожко Е. Г. и др. Методические рекомендации по ведению объектного мониторинга состояния недр на предприятиях Госкорпорации «Росатом». — М.: Центр содействия социально-экологическим инициативам атомной отрасли, 2010. — 188 с.
6. Нормативные материалы по ведению объектного мониторинга состояния недр на предприятиях и в организациях Госкорпорации «Росатом». — М.: Гидроспецгеология, 2010. — 64 с.
7. Самсонов Б. Г. Основы объектного мониторинга геологической среды на предприятиях по разведке, добыче и использованию атомного сырья. — М.: Центр содействия социально-экологическим инициативам атомной отрасли, 2010. — 120 с.
8. Путилов А. В., Воробьев А. Г., Стриханов М. Н. Инновационная деятельность в атомной отрасли (на примере стратегии развития ядерных топливных циклов, включая инновационные). — М.: ИД «Руда и Металлы», 2010. Кн. 1. Основные принципы инновационной политики. — 184 с.
9. Cuneo M. Uranium and Thorium: The extreme diversity of the resources of the world 's energy minerals // Non-Renewable Resource Issues: Geoscientific and Societal Challenges. USA : Springer Sciens, 2012. P. 91–129.

10. Umanskii A. B., Klyushnikov A. M. Development of  $\text{NaNO}_2\text{-O}_2$  system as an oxidant at uranium leaching processes // *Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. 2012. Vol. 293. No 1. P. 193–198.
11. Youlton B. J., Kinnaird J. A. Gangue–reagent interactions during acid leaching of uranium // *Minerals Engineering*. 2013. Vol. 52. P. 62–73.
12. Zhang B., Li M., Zhang X., Huang J. Kinetics of uranium extraction from uranium tailings by oxidative leaching // *Minerals, Metals & Materials Society*. 2016. Vol. 68. No 7. P. 1990–2001.
13. Satybaldiyev B., Uralbekov B., Burkitbayev M., Lehto J., Suksi J., Tuovinen H. Understanding sulphuric acid leaching of uranium from ore by means of  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$  activity ratio as an indicator // *Hydrometallurgy*. 2015. Vol. 155. P. 125–131.
14. Святецкий В. С., Солодов И. Н. Стратегия технологического развития уранодобывающей отрасли России // *Горный журнал*. 2015. № 7. С. 68–77. doi: 14.17580/gzh.2015.07.10
15. Бойцов В. Е., Верчеба А. А. Геолого-промышленные типы месторождений урана. — М. : КДУ, 2008. — 309 с.

16. Нестеров Ю. В., Петрухин Н. Н. Сырьевая база атомной промышленности. События, люди, достижения. — М., 2015. — 287 с. URL: [http://elib.biblioatom.ru/text/syryevaya-baza-atomnoy-promyshlennosti\\_2015/go/0/](http://elib.biblioatom.ru/text/syryevaya-baza-atomnoy-promyshlennosti_2015/go/0/) (дата обращения: 15.09.2016).
17. Геозэкологический паспорт уранового месторождения Далматовское : отчет. — М., 1993. — 118 с.
18. Марков С. Н., Попонина Г. Ю., Гончаров Е. Н. и др. Детальная разведка Далматовского месторождения с подсчетом запасов по состоянию на 01.01.1994 г. Кн. 1. Т. 1. : отчет. — Екатеринбург, 1994.
19. Марков С. Н., Попонина Г. Ю., Гончаров Е. Н. и др. ТЭО Далматовского месторождения. Кн. 1. Т. 1. — Екатеринбург, 1994.
20. Живов В. Л., Бойцов А. В., Шумилин М. В. Уран: геология, добыча, экономика. — М. : ОАО «Атомредметзолото», 2012. — 301 с.
21. Геологическое строение Добровольного месторождения : отчет. — Екатеринбург, 1994. — 210 с. ГЖ

«GORNYI ZHURNAL»/«MINING JOURNAL», 2016, № 10, pp. 6–12  
DOI: [dx.doi.org/10.17580/gzh.2016.10.01](http://dx.doi.org/10.17580/gzh.2016.10.01)

**Dalur: Mineral resources, stages of development and prospects**

**Information about authors**

**N. A. Poponin**<sup>1</sup>, Chief Executive Officer, [poponin.n.a@dalur.ru](mailto:poponin.n.a@dalur.ru)

**Yu. I. Laptsev**<sup>1</sup>, Chief Geologist

<sup>1</sup>Dalur JSC, Kurgan Region, Russia

**Abstract**

Dalur is Russia's first uranium producer using ecology-friendly method of underground leaching. Dalur is located in the Dalmatovsky district of the Kurgan Region. Dalur enterprise was registered on June 13, 2001. The company promoters were TVEL Fuel Company of Rosatom and Urangeo exploration company. Since August 2008, Dalur is included in Rosatom State Energy Corporation.

One of the first exploration targets was Dolmatovskoe deposit: it was investigated in 1979 by Zelenogorskaya Expedition in the framework of regular exploration of uranium content of the Transural platform formations. The pilot project was implemented from 1984 till 1994 and was suspended year hence due to lack of finance, and the test site was closed.

In 2004 the license to explore Khokhlovskoe deposit was acquired. In 2008–2009 at Khokhlovskoe deposit at the Shumikha town, the new production facilities were put into operation, exploration drilling was carried out and production wells were actuated.

In 2010 the underground leaching stimulation method using an oxidizer (sodium nitrate) was introduced on a commercial scale; 194 production wells and 3 exploration wells were drilled, and the positive expert opinion was obtained for the technical and economic assessment of temporal quality standards for Khokhlovskoe deposit.

As of today, even in the unfavorable market environment due to the global decrease in uranium prices, Dalur yet remains an operating, competitive and economically efficient company, providing comparatively low cost of the final product (yellow cake).

**Keywords:** Dalur Joint-Stock Company, Dalmatovskoe deposit, underground (borehole) leaching method, uranium, mineralization, mineral resources, natural uranium concentrate (ammonium polyuranate).

**References**

1. Uranium in Australia (according to the materials of the «World Nuclear Association», August 2013). Available at: <http://eircenter.com/ua-analitika/uran-v-avstralii> (accessed: 15.09.2016). (in Russian)
2. Canada. *Mining encyclopedia*. Available at : <http://www.mining-enc.ru/k/kanada/> (accessed: 15.09.2016). (in Russian)
3. Uranium of Canada. *Mesto vstrechi Montreal*. 2013. Iss. 685. Available at : <http://russianmontreal.ca/index.php?newsid=2514> (accessed: 15.09.2016). (in Russian)
4. Raw-material complex of foreign countries. *Information-analytical center "Mineral"*. Available at : <http://www.mineral.ru/Facts/world/116/136/index.html> (accessed: 15.09.2016). (in Russian)

5. Glinskiy M. L., Glagolev A. V., Drozhko E. G. et al. Methodological recommendations for the object monitoring of the soil state at the Rosatom State Corporation enterprises. Moscow : Center of contribution to the social-ecological initiatives of nuclear industry, 2010. 188 p.
6. Standard materials for the object monitoring of the soil state at the Rosatom State Corporation enterprises and organizations. Moscow : Gidrospegeologiya, 2010. 64 p. (in Russian)
7. Samsonov B. G. Basis of the object monitoring of the geological environment at the enterprises specialized at prospect, mining and use of nuclear raw materials. Moscow : Center of contribution to the social-ecological initiatives of nuclear industry, 2010. 120 p.
8. Putilov A. V., Vorobev A. G., Strikhanov M. N. Innovation activity in nuclear industry (on the example of the strategy of development of nuclear fuel cycles, including innovation ones). Moscow : "Ore and Metals" Publishing House, 2010. Book 1. Basic principles of innovation policy. 184 p.
9. Cuney M. Uranium and Thorium: The Extreme Diversity of the Resources of the World 's Energy Minerals. Non-Renewable Resource Issues: geoscientific and societal challenges. USA : Springer Sciens, 2012. pp. 91–129.
10. Umanskii A. B., Klyushnikov A. M. Development of  $\text{NaNO}_2\text{-O}_2$  system as an oxidant at uranium leaching processes. *Radioanalytical and nuclear chemistry*. 2012. Vol. 293, No 1. pp. 193–198.
11. Youlton B. J., Kinnaird J. A. Gangue–reagent interactions during acid leaching of uranium. *Minerals Engineering*. 2013. Vol. 52. pp. 62–73.
12. Zhang B., Li M., Zhang X., Huang J. Kinetics of Uranium Extraction from Uranium Tailings by Oxidative Leaching. *Minerals, Metals & Materials Society*. 2016. Vol. 68, No. 7. pp. 1990–2001.
13. Satybaldiyev B., Uralbekov B., Burkitbayev M., Lehto J., Suksi J., Tuovinen H. Understanding sulphuric acid leaching of uranium from ore by means of  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$  activity ratio as an indicator. *Hydrometallurgy*. 2015. Vol. 155. pp. 125–131.
14. Svyatetskii V. S., Solodov I. N. Technological advancement strategy of uranium mining industry in Russia. *Gornyi Zhurnal*. 2015. No. 7. pp. 68–77. doi: 14.17580/gzh.2015.07.10.
15. Boytsov V. E., Vercheba A. A. Geological-industrial types of uranium deposits. Moscow : KDU, 2008. 309 p.
16. Nesterov Yu. V., Petrukhin N. N. Raw material base of nuclear industry. Events, people, achievements. Moscow, 2015. 287 p. Available at: [http://elib.biblioatom.ru/text/syryevaya-baza-atomnoy-promyshlennosti\\_2015/go/0/](http://elib.biblioatom.ru/text/syryevaya-baza-atomnoy-promyshlennosti_2015/go/0/) (accessed: 15.09.2016).
17. Geoeological passport of Dalmatovskoe uranium deposit : review. Moscow, 1993. 118 p. (in Russian)
18. Markov S. N., Poponina G. Yu., Goncharov E. N. et al. Detail exploration of Dalmatovskoe deposit with calculation of reserves as at 01.01.1994 : review. Ekaterinburg, 1994.
19. Markov S. N., Poponina G. Yu., Goncharov E. N. et al. Feasibility study of Dalmatovskoe deposit. Book 1. Volume 1. Ekaterinburg, 1994.
20. Zhivov V. L., Boytsov A. V., Shumilin M. V. Uranium : geology, mining, economics. Moscow : JSC «Atomredmetzoloto», 2012. 301 p.
21. Geological structure of Dobrovolnoe deposit : review. Ekaterinburg, 1994. 210 p. (in Russian).