

УДК 621.002.5-752

Пухальский В.Н., канд. техн. наук,
Синчук В.В., инженер,
Басараб Н.Н., инженер
(ВостГОК)

ДОБЫЧА И ПЕРЕРАБОТКА УРАНОВОЙ РУДЫ В УКРАИНЕ*

Пухальський В.Н., канд. техн. наук,
Синчук В.В., інженер,
Басараб М.М., інженер
(СхідГЗК)

ВИДОБУТОК І ПЕРЕРОБКА УРАНОВОЇ РУДИ В УКРАЇНІ

Puhalskiy V.N., Ph. D. (Tech.),
Sinchuk V.V., M.S. (Tech),
Basarab N.N., M.S. (Tech)
(Western Mining and Processing Plant)

PRODUCTION AND PROCESSING OF URANIUM ORE IN UKRAINE

Аннотация. На сегодняшний день в Украине в эксплуатации находится 15 атомных энергоблоков с общей мощностью более 15 млн. кВт, что составляет почти половину всего объёма электроэнергии страны. Украина обеспечена достаточными запасами сырья и входит в десятку мировых производителей урана. Добыча урановой руды в Украине началась в 1946 году на Желтореченском и Первомайском месторождении; с 1951 года все работы выполнял комбинат № 9 (в настоящее время Государственное предприятие «Восточный горно-обогатительный комбинат», г. Жёлтые Воды). ГП «ВостГОК» является единственным предприятием, которое осуществляет добычу урановых руд, их переработку и производство концентрата природного урана, который соответствует требованиям мировых стандартов. Добыча урановой руды осуществляется на Новоконстантиновской, Смолинской и Ингульской шахтах. За 65-летнюю историю добычи урановых руд были разработаны и внедрены впервые в мире и СССР следующие технологии: кислотное скважинное выщелачивание; сорбция урана из плотных пульп в пачуках; подземная циклично-поточная технология вибрационного выпуска и доставки руды; кучное выщелачивание; блочное выщелачивание; переработка отвалов пустых пород и забалансовых руд и т.д.

Ключевые слова: урановая руда, атомная энергетика, мировая экономика, атомные энергоблоки

Рост численности населения мира влечёт за собой рост энергопотребления и спроса на электроэнергию. По основному сценарию Международного энергетического агентства мировое энергопотребление к 2040 году возрастёт на одну треть в основном за счёт Индии, Китая, Африки, Ближнего Востока и Юго-Восточной Азии. Обеспечение растущих потребностей в энергии является ключевым фактором, определяющим темпы роста мировой экономики и благосостояния общества.

Несмотря на недавние события в Японии, и кратковременный ажиотаж вокруг перспектив развития ядерной энергетики, атомная промышленность явля-

* © Пухальский В.Н., Синчук В.В., Басараб Н.Н., 2017

Статья посвящена 65-летию со дня основания Государственного предприятия «Восточный горно-обогатительный комбинат», г. Жёлтые Воды

ется сегодня единственной стабильной и долгосрочной альтернативой традиционным истощаемым источникам энергии (таким как нефть, газ, уголь и т.д.).

Согласно скорректированным после аварии на АЭС «Фукусима» прогнозам ведущих энергетических мировых агентств и организаций, доля атомной электроэнергетики будет всё же постепенно расти и составлять достаточно существенную часть в общемировом энергобалансе.

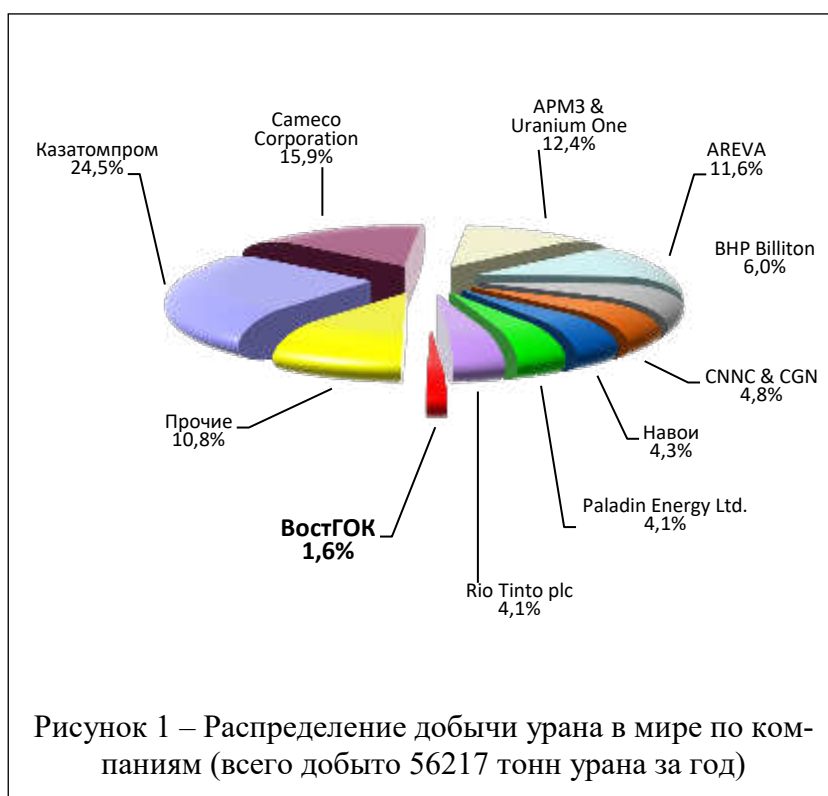
При этом также следует отметить, что даже глобальный экономический кризис не привёл к существенному снижению планов строительства новых реакторов в мире, за исключением тех стран (как, например, Германия), где и до Фукусимы не планировалось развитие атомной энергетики.

Продолжая сетовать на «сложную ситуацию на рынке и преобладание предложения над спросом», большинство компаний, продающих уран по контрактам, нарастили объём производства. Так, например, канадская Cameco увеличила производство урана с 23,3 до 28,4 млн. фунтов закиси-оксида (с 10,57 тыс. тонн до 12,9 тыс. тонн), а французская Areva по итогам трёх кварталов 2015 года (результаты производства за 2015 год не опубликованы) произвела 7,56 тыс. тонн против 5,62 тонн за аналогичный период 2014 года. С 4,1 в 2014 году до 4,9 млн. фунтов в 2015 году (с 1854 до 2268 тонн) закиси-оксида выросло производство на рудниках, принадлежащих Rio Tinto. Распределение добычи урана по крупнейшим компаниям показано на рис. 1.

По данным WNA, формальный дефицит на рынке урана, начался ещё в 2014 году. В 2014 году на планете было добыто 56217 тонн природного урана, тогда как потребности реакторов, по оценке ассоциации, составили 65908 тонн урана. Правда, в списке присутствовала и Япония, которая лишь в 2015 году запустила первый после аварии на Фукусиме реактор, но всё это время продолжала выполнять уже существовавшие контрактные обязательства по покупке урана.

Но даже если вычесть «японские» 2119 тонн, требуемые для реакторов, производство всё равно окажется ниже потребления.

Таким образом, учитывая изложенное, а также имеющиеся в стране значительные разведанные запасы урана, Украина должна опираться на собственную урановую промышленность с целью предотвращения дефицита ядерного топлива для собственной ядерной энергетики.



Потребности в уране украинских АЭС

На сегодня существует значительный внутренний спрос на природный уран со стороны отечественной энергогенерирующей компании ГП «НАЭК «Энергоатом».

Текущие потребности украинских АЭС составляют около 2400 тонн в год. В перспективе до 2030 года потребности АЭС Украины возрастут до 3600 тонн. По состоянию на сегодняшний день в Украине в эксплуатации находятся 15 энергоблоков с общей мощностью около 14 миллионов кВт, которые вырабатывают почти половину от всего объёма электроэнергии в Украине.

Отрасль обеспечена достаточными запасами сырья, разведанные запасы урана могут более чем на 100 лет обеспечить потребности АЭС Украины с учётом её развития. Отечественное производство концентрата природного урана составляет около 1000 тонн, что обеспечивает 40 % внутреннего спроса.

Историческая справка

Добыча урановой руды в Украине началась в 1946 году трестом «Ленин-руда» на Желтореченском и Первомайском месторождениях. С 1951 года добыча урановой руды поручена образованному комбинату № 9 (ныне – Государственное предприятие «Восточный горно-обогатительный комбинат», г. Жёлтые Воды).

Переработка урановых руд с получением уранового оксидного концентрата в Украине начата в 1947 году заводом № 906 (впоследствии – Производственное объединение «Приднепровский химический завод», г. Днепродзержинск), а с 1959 года – комбинатом № 9 (ВостГОК).

За весь период в Украине произведено урана в виде U_3O_8 – 76 тыс. тонн, в том числе из собственных руд около 55 тыс. тонн.

За 65-летнюю историю добычи урановых руд и её переработки в Украине были проведены и внедрены:

Впервые в мире и СССР:

- кислотное скважинное подземное выщелачивание на Девладовском месторождении;
- кислотное выщелачивание урановых руд в пневмоавтоклавах;
- сорбция урана из плотных пульп в пачуках.

Впервые в СССР:

- непрерывная регенерация катионита;
- карбонатное выщелачивание урановых руд в автоклавах с механическим перемешиванием;
- кислотное выщелачивание урановых руд в пачуках.

В числе первых в СССР:

- полусамозмельчение в мельницах типа «Каскад»;
- использование резиновой футеровки при самоизмельчении в мельницах ММС;
- экстракционная перочистка урановых растворов;
- система разработки с мелкошпуровой отбойкой, магазинированием руды и ручным дроблением на выпуске;

- система разработки с массовой отбойкой руды глубокими скважинами на полную высоту этажа и применением новой буровой техники, мощных скреперных лебёдок, погрузочных машин и другого оборудования;
- опытная отработка блока слоевой системой разработки.

ГП «ВостГОК» сегодня: развитие и перспективы

ГП «ВостГОК» – единственное в Украине предприятие, осуществляющее добычу урановых руд, их переработку и производство концентрата природного урана. Год основания предприятия – 1951. Первые килограммы концентрата природного урана получены в январе 1959 года. Предприятие входит в первую десятку мировых производителей урана (около 2 % мировой добычи). Комбинат производит концентрат природного урана, который соответствует требованиям мировых стандартов, серную кислоту и гафниеую продукцию.

Основными урановыми подразделениями предприятия являются: Ново-константиновская, Смолинская, Ингульская шахты, гидromеталлургический завод.

Перерабатывающий комплекс и центральный офис расположены в Днепропетровской области (г. Жёлтые Воды). Добывающие подразделения – шахты – расположены в Кропивницкой области. Сафоновское месторождение (Николаевская обл.) планируется к разработке методом скважинного подземного выщелачивания.

Ингульская шахта.

Расположена на южной окраине г. Кропивницкий. Шахта обрабатывает Мичуринское и Центральное месторождения урана. В настоящее время рудные залежи обрабатываются на глубинах от 60 до 420 м. Производственная мощность – 470 тыс. тонн руды в год. На рис. 2 показано использование самоходной техники при добыче урановых руд.

Смолинская шахта. Расположена на



Рисунок 2



Рисунок 3

расстоянии 1,5 км на запад от пгт Смолино Кропивницкой области. Шахта отрабатывает Ватутинское месторождение урана. В настоящее время рудные залежи отрабатываются на глубинах от 70 до 640 метров. Производственная мощность – 450 тыс. тонн руды в год. На рис. 3 и рис. 4 показано использование самоходной и вибрационной техники при добыче урановых руд.

Ожидаемый вывод из эксплуатации – после 2020 года.

Новоконстантиновская шахта. Расположена в с. Алексеевка Маловисковского района Кропивницкой области. Рудные залежи отрабатываются подземным способом на глубинах от 180 до 300 метров. Проектная мощность рудника – 1500 тыс. тонн руды в год, с последующим увеличением до 2500 тыс. тонн руды. На сегодня шахта находится в

стадии строительства и опытно-промышленной эксплуатации, при этом объём добычи урановой руды составляет 235 тыс. тонн в год (350 тонн урана).

Гидрометаллургический завод. Построен в 1958 году, в начале 1959 были выданы первые килограммы урана. В 8 км южнее завода, в балке «Щербаковская» расположено хвостохранилище наливного типа, соединённое с заводом водоводом «оборотной воды» и пульпопроводом длиной 11 км. Производственная мощность по переработке урановых руд – 1,5 млн. тонн в год, по производству урана в виде U_3O_8 – 1800 тонн в год.

Ожидаемый вывод из эксплуатации – после 2030 года.

На предприятии много внимания уделяется вопросам полноты выемки урановых руд и минимизации влияния горных работ на среду обитания человека. С этой целью разработаны и успешно реализуются альтернативные технологии добычи урана.

Кучное выщелачивание (КВ). В 2011 году введён в опытно-промышленную эксплуатацию пусковой минимум полигона КВ на Смолинской шахте. Отработано 6 штабелей. Готовится к отработке 7-й штабель. Всего получено 93 тонны урана.



Рисунок 4

Блочное выщелачивание (БВ). В 2009-2015 годах отработано 3 блока на Ингульской шахте методом БВ. В настоящее время готовится к отработке новый блок. Всего добыто 30 тонн урана.

Переработка отвалов пустых пород и забалансовых руд. На Смолинской шахте с начала рекультивации отвалов радиометрическим комплексом «Алтайт» переработано 5,1 млн. тонн отвальной породы, дополнительно получено около 430 тонн урана.

Перспектива. В ближайшее время ввести в эксплуатацию Новоконстантиновскую шахту и к 2020 году обеспечить 100 % потребность украинских АЭС в уране.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. World Energy Outlook 2015, Organization for Economic Co-operation and Development / International Energy Agency, Париж, 2015.
2. Red Book «Uranium 2014: Resources, Production and Demand», Nuclear Energy Agency / Organization for Economic Co-Operation and Development, Исси-ле-Мулино, 2014.
3. World Nuclear Association [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.world-nuclear.org. – Заглавие с экрана.
4. ДП НАЕК «Енергоатом», [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.energoatom.kiev.ua. – Заглавие с экрана.

REFERENCES

1. *World Energy Outlook 2015*, International Energy Agency, Paris, France.
2. *Red Book «Uranium 2014: Resources, Production and Demand»*, Nuclear Energy Agency, Issy-les-Moulineaux, France.
3. World Nuclear Association (2016), available at: www.world-nuclear.org.
4. GP NAEK «Energoatom» (2016), available at: www.energoatom.kiev.ua.

Об авторах

Пухальский Виктор Николаевич, кандидат технических наук, главный инженер ВостГОКа, Жёлтые Воды, Украина, vostgok@email.dp.ua

Синчук Василий Васильевич, инженер, главный геолог ВостГОКа, Жёлтые Воды, Украина, vostgok@email.dp.ua

Басараб Николай Николаевич, инженер, инженер группы по маркетингу ВостГОКа, Жёлтые Воды, Украина, vostgok@email.dp.ua

About the authors

Pukhalsky Viktor Nikolaevich, Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), Chief Engineer in Eastern Mining and Processing Plant, Zhovti Vody, Ukraine, vostgok@email.dp.ua

Sinchuk Vasily Vasilyevich, engineer, Chief geologist in Eastern Mining and Processing Plant, Zhovti Vody, Ukraine, vostgok@email.dp.ua

Basarab Nikolay Nikolayevich, engineer, engineer of marketing group in Eastern Mining and Processing Plant, Zhovti Vody, Ukraine, vostgok@email.dp.ua

Анотація. Темпи зростання світової економіки нерозривно пов'язані з розвитком енергетичної галузі. За оцінкою Міжнародного енергетичного агентства світове енергоспоживання найближчим часом зросте на третину; покриття дефіциту буде здійснюватися в тому числі і за рахунок розвитку атомної енергетики. На сьогоднішній день атомна промисловість є єдиною галуззю, що стабільно розвивається, яка успішно конкурує з традиційними джерелами енергії, такими, як нафта, газ, вугілля тощо.

На сьогоднішній день в Україні в експлуатації знаходиться 15 атомних енергоблоків із загальною потужністю понад 15 млн. кВт, що становить майже половину всього обсягу електроенергії країни. Україна забезпечена достатніми запасами сировини і входить в десятку світових виробників урану. Видобуток уранової руди в Україні почався в 1946 році на Жовторіченському і Первомайському родовищі; з 1951 року всі роботи виконував комбінат № 9 (в даний час Державне підприємство «Східний

гірничо-збагачувальний комбінат», м. Жовті Води). ДП «СхідГЗК» є єдиним підприємством, яке здійснює видобуток уранових руд, їх переробку і виробництво концентрату природного урану, який відповідає вимогам світових стандартів. Видобуток уранової руди здійснюється на Новокостянтинівській, Смолинській та Інгульській шахтах. За 65-річну історію видобутку уранових руд були розроблені і впроваджені вперше в світі і СРСР такі технології: кислотне свердловинне вилуговування; сорбція урану з щільних пульп в пачуках; підземна циклічно-поточкова технологія вібраційного випуску і доставки руди; купчасте вилуговування; блочне вилуговування; переробка відвалів порожніх порід і забалансових руд тощо.

Ключові слова: уранова руда, атомна енергетика, світова економіка, атомні енергоблоки

Abstract. The growth rate of the world economy is inextricably linked with the development of energy industries. According to the International Energy Agency, world energy consumption will increase by one third in the near future; the deficit will be also covered through the development of nuclear energy. To date, the nuclear industry is the only steadily developing industry that successfully competes with traditional sources of energy, such as oil, gas, coal, etc.

To date, there are 15 nuclear power units operating in Ukraine with a total capacity of more than 15 million kW, which is almost half of the country's total electricity. Ukraine is provided with sufficient supplies of raw materials and is among the world's top ten producers of uranium. The extraction of uranium ore in Ukraine began in 1946 at the Zheltorechensk and Pervomaisk deposits; since 1951, all work was performed by the plant No. 9 (currently the State Enterprise «Eastern Mining and Processing Plant», the city of Zhovti Vody). The state Enterprise «VostGOK» is the only enterprise that produces and processes uranium ore, and produce natural uranium concentrate, which meets the requirements of the world standards. Mining of uranium ore is carried out in the Novokonstantinovskaya, Smolinskaya and Ingul'skaya mines. For the 65-year history of mining of uranium ores, the following technologies were developed and introduced for the first time in the world and in the USSR: acidic leaching; sorption of uranium from dense pulp in pachucas; underground cyclic-flow technology of vibrational release and delivery of ore; heap leaching; block leaching; processing of waste rock dumps and off-balance ores, etc.

Keywords: uranium ore, nuclear power, the world economy, nuclear power units

Стаття поступила в редакцію 02.05.2017

Рекомендовано к печати д-ром техн. наук В.П. Надутым