

радиологических курсов, знакомя их с вопросами применения изотопов и радиологической защиты. Еженедельно в центре проводятся открытые семи-

нары, целью которых является расширение среди врачей других специальностей знаний о применении изотопов.

Л. П.

## Новый завод по переработке урановых руд в США\*

Новый завод по переработке урановых руд производительностью 270 т/сутки пущен компанией «Сасквеханна-Уэстерн» вблизи Фолс-Сити (шт. Техас) 11 апреля 1961 г. Завод построен по наиболее современной технологической схеме, включающей кислотное выщелачивание, противоточную декантацию и непосредственную экстракцию урана из раствора, и имеет несколько интересных новшеств: прокатка руды перед выщелачиванием, противоточная промывка несков в гидроциклонах, применение новых антикоррозионных материалов (тефлона и других пластиков) и нового оборудования (вибротранспортеров, дробилок для глинистой руды и др.), а также широкое применение автоматизации. Схема цепи аппаратов завода изображена на рис. 1, общий вид завода представлен на рис. 2.

Руда представляет собой слабо сцементированный песчанник со значительным содержанием бентонитовых глин и с высокой влажностью (около 20%). Среднее содержание урана в руде составляет 0,18%.

Для улучшения сгущаемости и уменьшения сорбции урана глипой руда прокаливается при температуре 320—430° С. Дробление руды до 40 мм производится в специальной молотковой дробилке 6 с подвижными (гусеничными) стенками, что устраняет паливание на них глины. После дробления руда транспортером подается в бункер песч. 9 емкостью 23 т, в котором имеется индикатор уровня, связанный с питателем 5, расположенным перед дробилкой, чем устраняется возможность его опорожнения или переполнения. На транспортере имеется также промежуточный плужковый сбрасыватель 7, с помощью которого дробленая руда подается в автомашину для перевозки в резервный отвал.

В конце транспортера установлен автоматический пробоотборник исходной руды, отсекающий желобок которого, имеющий уклон 60°, облицован тефлоном, являющимся гидрофобным материалом, что устраняет паливание на него глины. Отсечка проб производится через каждые 10 мин в количестве 0,5 кг на 1 т руды. Проба сушится, дробится до —1,65 мм (10 меш) и сокращается на струйном делителе.

Все перегрузочные воронки на сырой руде также футерованы тефлоном.

Вращающийся печь 12 имеет противоточный нагрев природным газом с тепловой мощностью 4,5 Мкал/ч. При температуре 430° С печь пропускает 270 т/сутки руды с влажностью 24%. Печь снабжена дополнительным аварийным бензиновым двигателем, который в случае выключения тока устраняет возможность искривления ее при остановке.

Печные газы пропускаются сначала через пылеулавливающие циклоны 13, а затем через скрубберную башню с орошением. Сухая пыль из циклонов соединяется с прокаленной рудой, а пульпа из скруббера подается непосредственно в гасящий огарок спирального классификатора 17, установленного под небольшим углом, так что вся пульпа из него разгружается только через песковый конус. Температура пульпы в классификаторе около 95° С. Материал из классификатора подается в стержневую мельницу 18, работающую при 32 об/мин с двигателем в 30 л. с. Так как руда очень мягкая, то достаточно одной мельницы небольшого размера. Конструкция питающей улитки мельницы обеспечивает прохождение через нее большого количества руды. Подшипники ее имеют водяное охлаждение, необходимое вследствие высокой температуры пульпы. Пульпа после измельчения содержит около 45% твердого. Она поступает на выщелачивание серной кислотой при  $pH=1$  и температуре 60° С (без дополнительного подогрева). Подача окислителя для данной руды не требуется. Извлечение урана при выщелачивании составляет не менее 95%. Перемешиватели выщелачивания 23 снабжены турбинными мешалками диаметром 1070 мм с двигателями по 15 л. с. Мешалки и валы изготовлены из обычной стали и защищены от коррозии гуммировкой. Чаши сделаны из 100-миллиметровой деревянной клежки и стянуты стальными обручами, которые защищаются от кислой пульпы полиэтиленовыми полосами.

После выщелачивания пульпа поступает на отделение раствора и промывку в систему противоточной декантации (ПТД), состоящую из пяти гидроциклонов 24 диаметром 300 мм и пяти сгустителей 25.

Сгустители в основном изготовлены из обычной стали. Все их части, соприкасающиеся с пульпой и растворами, гуммированы, за исключением гребков и питающей воронки, которые изготовлены из нержавеющей стали 316. Диафрагмовые нососы имеют гуммированные чаши и седло шарового клапана; остальные детали их также изготовлены из стали 316.

Нижний продукт сгустителей содержит 40% твердого и репульсируется в чашах 27 с 380-миллиметровыми гуммированными турбинными мешалками (с двигателями по 2 л. с.), что необходимо для разбивания флоккул, задерживающих в себе исходный раствор.

Флокулянт (сенаран) подается в каждый сгуститель. Слив первого сгустителя, содержащий около 0,5 г/л урана, из сборного чаши 33 подается на экстракцию через автоматический регулируемый расходомер 21 с расходом около 10 л/сек. Экстракция производится в двух круглых чашах-экстракторах 36; первый (большой) имеет три смешательно-отстойных отделения, второй (малый) — два.

\* L. P. в е. Mines Mag., 52, No. 2, 19 (1962).

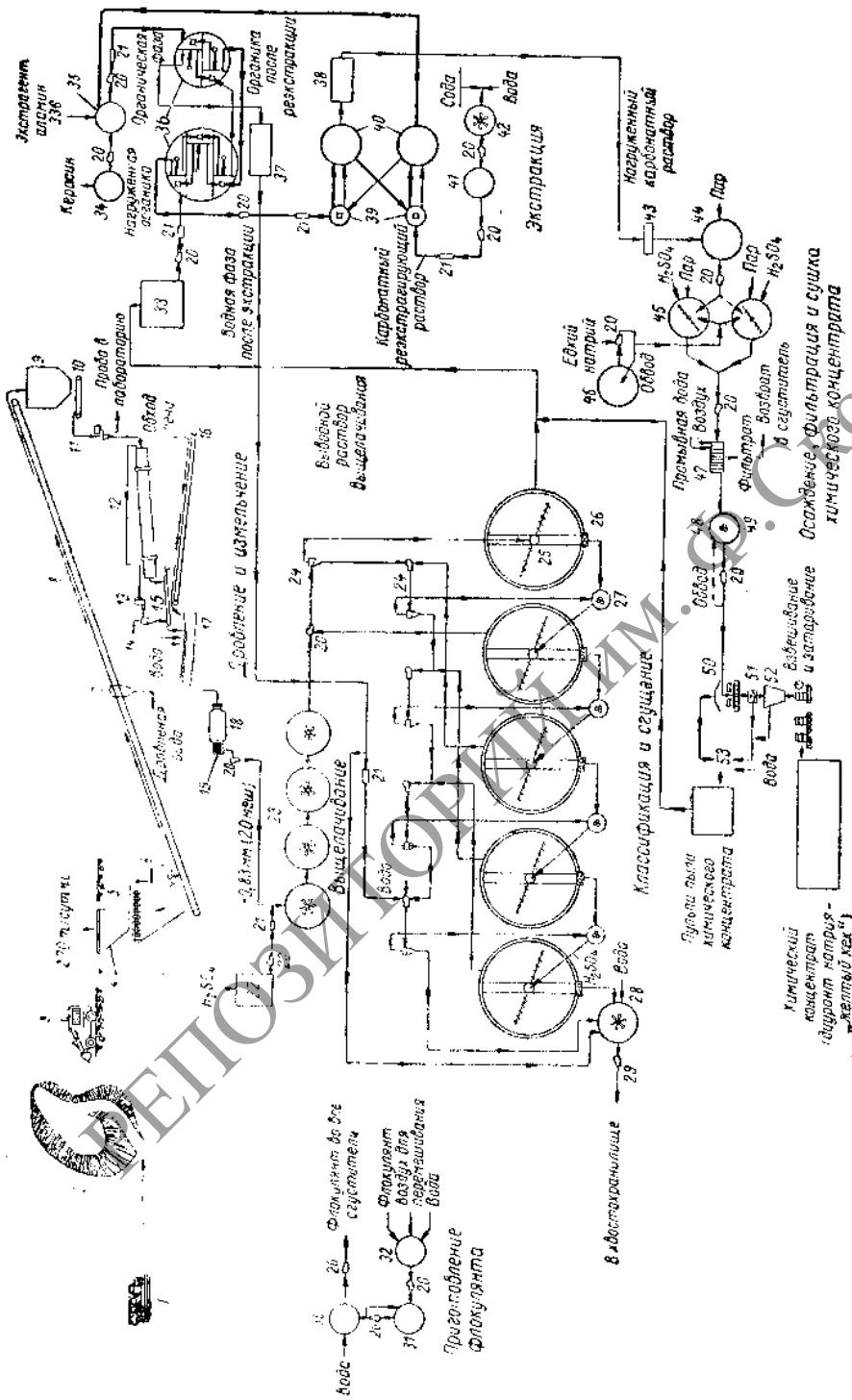


Рис. 1. Схема цепи аппаратов завода.

1 — автоматические весы; 2 — приемный шпатель (270 м); 3 — погрузчик; 4 — приемная воронка; 5 — розливочный насос (платилье размером 115 × 355 мм); 6 — малочасовая дробилка; 7 — плуковский сорсыатель; 8 — ленточный транспортер (460 мм × 68 м); 9 — промежуточный бункер (23 м); 10 — ленточный питатель (815 мм); 11 — автоматический пробоотборник Денвера; 12 — вращающийся пещ (1,83 × 15,3 м); 13 — классификатор Денвера (0,915 × 2,44 м); 14 — мокрый сепаратор (0,915 × 2,44 м); 15 — виброгранспортер; 16 — барабанный грохот Денвера (610 × 305 мм); 17 — спиральный классификатор Денвера (0,915 × 2,44 м); 18 — центробежный насос Денвера (100 мм); 19 — пять насосов и пять гидротурбин; 20 — четыре регулируемых агитатора (1,22 × 1,53 м); 21 — чан для серной кислоты (27 м); 22 — чан для экстракции (0,84 × 1,53 м); 23 — питательный чан экстракции Денвера (7,6 × 7,6 м); 24 — чан для соевого раствора (2,44 × 2,44 м); 25 — чан для экстракции (0,84 × 1,53 м); 26 — контактный стоппинг Денвера (3,65 × 3,5 м); 27 — чан для раствора экстракта (2,44 × 2,44 м); 28 — турбинный агитатор Денвера (1,83 × 1,53 м); 29 — два остывающих стоппинга Денвера (2,44 × 2,44 м); 30 — два остывающих стоппинга Денвера (2,44 × 2,44 м); 31 — чан для осадения Денвера (2,44 × 2,44 м); 32 — два агитатора Денвера (2,44 × 2,44 м); 33 — питательный чан для осадения Денвера (2,44 × 2,44 м); 34 — два агитатора Денвера (2,44 × 2,44 м); 35 — два агитатора Денвера (2,44 × 2,44 м); 36 — турбинный агитатор Денвера (1,83 × 1,53 м); 37 — чан для раствора экстракта (2,44 × 2,44 м); 38 — турбинный агитатор Денвера (1,83 × 1,53 м); 39 — турбинный агитатор Денвера (1,83 × 1,53 м); 40 — турбинный агитатор Денвера (1,83 × 1,53 м); 41 — турбинный агитатор Денвера (1,83 × 1,53 м); 42 — турбинный агитатор Денвера (1,83 × 1,53 м); 43 — турбинный агитатор Денвера (1,83 × 1,53 м); 44 — турбинный агитатор Денвера (1,83 × 1,53 м); 45 — турбинный агитатор Денвера (1,83 × 1,53 м); 46 — турбинный агитатор Денвера (1,83 × 1,53 м); 47 — турбинный агитатор Денвера (1,83 × 1,53 м); 48 — турбинный агитатор Денвера (1,83 × 1,53 м); 49 — турбинный агитатор Денвера (1,83 × 1,53 м); 50 — турбинный агитатор Денвера (1,83 × 1,53 м); 51 — турбинный агитатор Денвера (1,83 × 1,53 м); 52 — турбинный агитатор Денвера (1,83 × 1,53 м); 53 — турбинный агитатор Денвера (1,83 × 1,53 м).

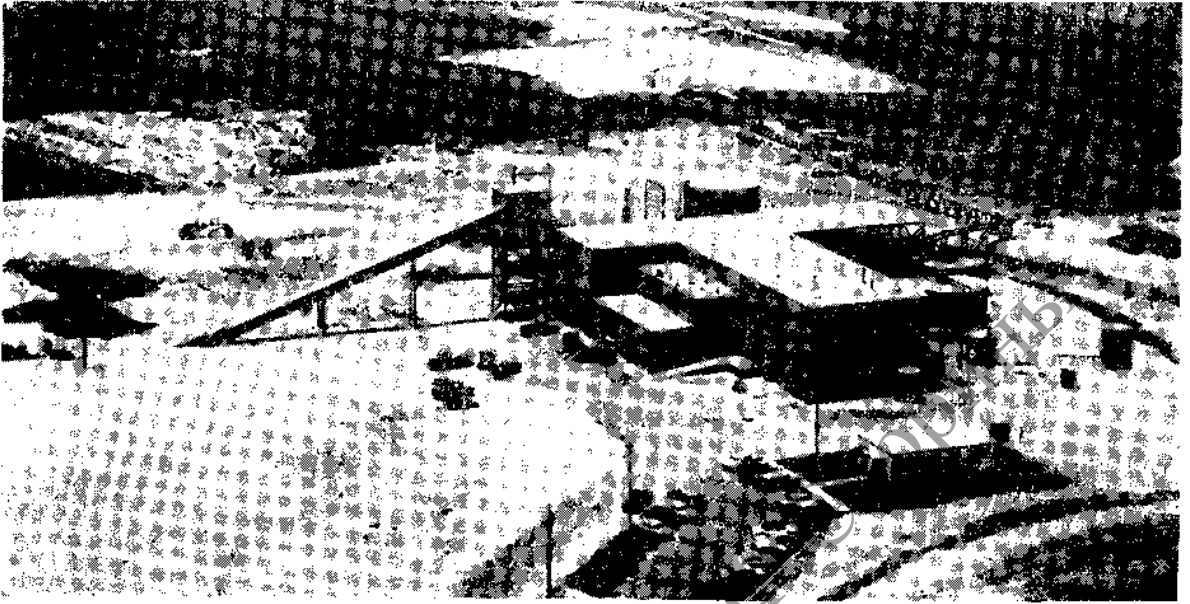


Рис. 2. Общий вид завода в Фосе-Сити.

В каждой смешивательной камере установлена турбинная мешалка, засасывающая 9,5 л/сек водного раствора и 11 л/сек керосинового раствора экстрагента (в том числе 1,5 л/сек — основного потока из следующего отделения и 9,5 л/сек рециркуляционного). Это устраняет необходимость установки каких-либо кислотоупорных насосов или аэрофитов и трубопроводов.

Для экстракции применяется смесь, состоящая из 5 об.% экстрагента «Аламин-336» (Alamine), 2,5 об.% изодеканола и 92,5 об.% керосина.

Нагруженная органика из первого отделения экстрактора, содержащая около 5 г/л урана, поступает на двухступенчатую рекстракцию 10%-ным раствором соды. Смесители имеют турбинные мешалки из стали 316 с двигателями мощностью по 1,5 л. с. Первый смеситель имеет футеровку из перхлоринила, второй смеситель и оба отстойника изготовлены из простой стали.

Рекстрагирующий раствор подается через регулирующий расходомер в количестве 0,16 л/сек. Применение для рекстракции соды устраняет накопление в органике молибдена (который содержится в руде в небольших количествах), что имеет место в случае рекстракции хлоридным раствором.

Нагруженный раствор, содержащий около 35 г/л урана, подогревается до 60° С и поступает на осаждение урана, которое производится периодически в двух чанах 45. При малом содержании молибдена в руде раствор подкисляется до pH=3, через него продувается воздух для удаления CO<sub>2</sub> и затем добавляется каустик до pH=7 для осаждения диурата натрия. При большем содержании молибдена каустик добавляется с избытком в 3 л. поперед-

ствием к карбонатному раствору (для удержания молибдена в растворе).

Промывка химического концентрата на фильтропрессе 47 производится дождевой водой, которая специально собирается с крыши завода. После промывки концентрат расфальцовывается и в виде пульпы, содержащей 50% твердого, подается в сушилку 50. Диаметр стола сушилки равен 2,73 м; обогревается она инфракрасным газовым нагревателем, расположенным на высоте 300 мм. Производительность ее составляет 20 кг/ч испаряемой воды с 1 м<sup>2</sup> (всего 40 кг/ч), или 1 т/сутки сухого концентрата.

Работающий стол сушилки изготовлен из плоских стальных листов с 6-миллиметровым бортиком по краю и снабжен неподвижными ребрами, перемещающими концентрат от точки подачи (центра) к периферии, а также роликами, раздавливающими комки концентрата для лучшей их сушки. Сушилка имеет кожух с застекленными смотровыми окошками. Сухой концентрат измельчается до —6 мм и загружается в 200-литровые стальные барабаны. Вся система сушки и загрузки концентрата имеет хорошую вытяжную вентиляцию с мокрым пылеулавливателем. Пульпа пыли концентрата направляется в сборный чан 33, где она развораживается, и таким образом уран возвращается в процесс.

Завод работает пять дней в неделю (по 24 ч) и обслуживается штатом в 60 человек.

Предприятие имеет контракт с Комиссией по атомной энергии на поставку 620 т урана в химических концентратах до 1966 г. включительно по цене 25,6 долл. за 1 кг до 31 марта 1962 г. и затем по 20,7 долл.

В. И.