

**Рис. 14.1. Схема отработки пластового месторождения выщелачиванием через скважины:**

1 — узел приготовления раствора; 2 — нагнетательные скважины; 3 — дренажные скважины; 4 — компрессор; 5 — воздухопровод для эрлифта; 6 — коллектор для продуктивного раствора; 7 — отстойник; 8 — установка для переработки раствора; 9 — насос

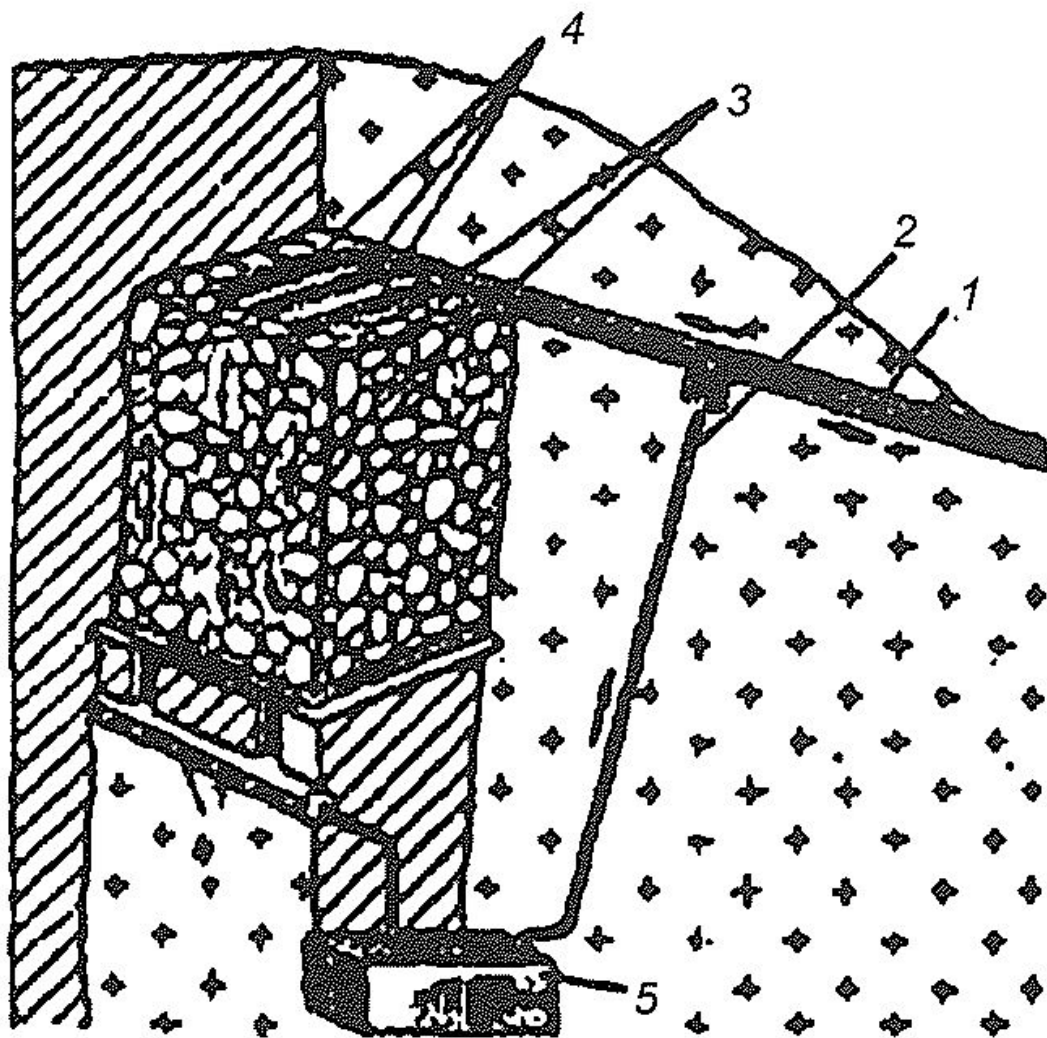


Рис. 14.2 Схема подземного выщелачивания из горных выработок:  
1 — трубопровод для рабочих агентов; 2 — трубопровод для подъёма продуктивного раствора; 3 — взорванный блок руды; 4 — трубопровод для орошения рудного массива;  
5 — общий раствороприемник

## Анализ технологии ПВ

Технологические операции	Цель операции	Возможные способы осуществления операции	Вспомогательные (сопутствующие) мероприятия	Факторы, влияющие на параметры технологии	
				физико-геологические	технические и технологические
Вскрытие залежи	Обеспечение контакта полезного ископаемого с выщелачивающим агентом	Бурение вертикальных, наклонных и наклонно-горизонтальных скважин, оборудованных коррозийноустойчивыми колоннами, пакерами, фильтрами и другим оборудованием Подготовка рудных блоков подземным способом	Тампонаж смежных фильтрующих горизонтов, отбор и исследование кернов продуктивного горизонта	Физико-механические свойства рудной залежи и покрывающих пород; глубина залегания, формы и наклон залежи, наличие смежных фильтрующих горизонтов	Тип бурового оборудования, его производительность, диаметр бурения, тип рабочего органа, состав рабочего флюида
Подготовка залежи	Улучшение условий выщелачивания и фильтрационных свойств залежи, увеличение поверхности реагирования, гидроизоляция участка	Предварительная промывка пласта, химическое обогащение (выщелачивание попутных компонентов); дробление руды, направленные гидро-разрывы, создание изолирующих перемычек, экранов	То же	Наличие гидрогеологической разгрузки залежи; коэффициент фильтрации, физико-механические свойства; химический состав	Интенсивность и продолжительность промывки; состав реагента для предварительного обогащения; величина, размещение и порядок взрыва зарядов при дроблении залежи; давление нагнетания; состав тампонажных смесей и расположение тампонажных скважин

Технологические операции	Цель операции	Возможные способы осуществления операции	Вспомогательные (сопутствующие) мероприятия	Факторы, влияющие на параметры технологии	
				физико-геологические	технические и технологические
Приготовление выщелачивающего агента	Обеспечение однородной по составу и стабильной по свойствам реакционной смеси	Смещение реагентов в аппаратах с мешалками, сатураторах. Раздельная подача компонентов смеси в скважины. Использование оборотных растворов	Подогрев реагента, аэрация	Состав руды и оборотного раствора	Состав компонентов смеси; тип и характеристики наземного оборудования; расход реагентов, их токсичность и коррозионная активность
Подача выщелачивающего раствора в залежь	Обеспечение заданного расхода выщелачивающего реагента	Налив или принудительная закачка реакционной смеси или ее компонентов в скважины или оросительные системы	Оборудование скважин и оросительных систем расходомерами, устройствами для предотвращения переливов, уровнемерами, регуляторами расхода, манометрами	Проницаемость залежи, химический состав, глубина	Характеристика насосного и вспомогательного оборудования, герметичность трубопроводов и запорной арматуры

Технологические операции	Цель операции	Возможные способы осуществления операции	Вспомогательные (сопутствующие) мероприятия	Факторы, влияющие на параметры технологии	
				физико-геологические	технические и технологические
Управление фильтрацией выщелачивающего агента в залежи	Обеспечение извлечения полезного компонента в раствор и переноса к откачным скважинам или дренажным выработкам при максимальном охвате залежи и минимальных потерях реагента	Управление депрессионными полями, борьба с кольматационными явлениями (реверсирование закачки, импульсная закачка, изменение состава выщелачивающего агента), применение динамических барражей (гидро- и аэрозавес)	Интенсификация процесса выщелачивания с использованием ультразвука, ударных волн, электротока, электромагнитных и тепловых полей. Применение автоматических средств контроля и управления процессом. Экологические наблюдения за составом пластовых вод за пределами участка	Проницаемость и химический состав залежи и вмещающих пород; структура и температура руды; форма рудного тела, расстояние между закачными и откачными скважинами (выработками)	Характеристика насосного и раствороподъемного оборудования, химический состав и вязкость выщелачивающего агента
Откачка продуктивного раствора	Обеспечение извлечения полезного компонента из залежи и необходимого соотношения дебитов откачки и закачки	Применение эрлифтов, насосов	Дегазация полученных растворов, очистка газов от токсичных компонентов	Химический состав залежи и вмещающих пород	Напор и производительность раствороподъемного оборудования

Технологические операции	Цель операции	Возможные способы осуществления операции	Вспомогательные (сопутствующие) мероприятия	Факторы, влияющие на параметры технологии	
				физико-геологические	технические и технологические
Переработка продуктивного раствора	Максимальное извлечение полезного компонента из раствора в товарном виде или в виде полуфабриката, утилизация примесей	Использование химических методов осаждения, адсорбции, экстракции, электролиза, диффузии; контроль параметров процесса переработки	Очистка стоков, газов и твердых отходов и токсичных компонентов ниже ПДК; автоматизация процесса переработки	Химический состав залежи и вмещающих пород	Химический состав и расход продуктивных растворов, характеристики наземного оборудования, расход реагентов для переработки
Регенерация оборотного раствора	Обеспечение замкнутого водооборота	Очистка оборотных растворов от примесей, влияющих на его физические и химические свойства, подкрепление свежим реагентом для выщелачивания	Очистка регенерационных отходов		Химический состав оборотного раствора, его вязкость, наличие взвесей
Ликвидация отработанного участка и рекультивация земной поверхности	Л и к в и д а ц и я п о с л е д с т в и й т е х н о г е н н о г о в о з д е й с т в и я н а о к р у ж а ю щ у ю с р е д у	Промывка и нейтрализация отработанной зоны, тампонаж зоны и скважин, снятие поверхностного слоя, культивирование зеленых насаждений	Очистка промывных вод, контроль законтурных пластовых вод. Оценочное бурение для определения степени извлечения полезного компонента	Размер ореола загрязнения в недрах, наличие гидрогеологических разгрузок, устойчивость покрывающих пород	Состав нейтрализующих и тампонажных смесей, их расход; характеристики насосного оборудования



## Факторы определяющие технологию ПВ

Факторы	Возможная степень влияния на условия применения ПВ
Минеральная форма нахождения металла в рудах	Решающий (отрицательный) фактор при нерастворимых минералах металла в слабых растворах кислот и солей. При растворимых минералах — главный фактор, влияет на затраты растворителя, т. е., на экономику процесса подземного выщелачивания
Мощность рудных тел, содержание металла в рудах, запасы металла, глубина залегания рудных тел	Главный фактор, влияющий на экономику процесса подземного выщелачивания в зависимости от сочетания с другими факторами и собственной величины может быть и второстепенным (при глубине менее 50 м), и главным (при глубине от 50 до 700 м) фактором
Минеральный состав пород рудовмещающего пласта	В большинстве случаев — главный фактор, влияющий на экономику процесса (затраты растворителя), но он может стать решающим (отрицательным) фактором, например, для кислотного выщелачивания при преобладании карбонатных минералов
Проницаемость руд и пород рудовмещающего пласта	Решающий фактор. Низкие значения проницаемости исключают техническую возможность осуществления фильтрации растворителя в пласте и проведения процесса подземного выщелачивания. При достаточной проницаемости — главный фактор, определяющий дебит скважин, т. е. влияющий на экономику процесса
Соотношение проницаемости и продуктивности руд и безрудных пород продуктивного пласта	Главный фактор, определяющий степень разбавления продуктивных растворов при эксплуатации, т. е. влияющий на экономику процесса подземного выщелачивания
Глубина залегания уровня подземных вод	Главный фактор, определяющий высоту раствороподъема из откачных скважин и способ подачи рабочих растворов в закачные скважины (свободный налив или принудительное нагнетание).

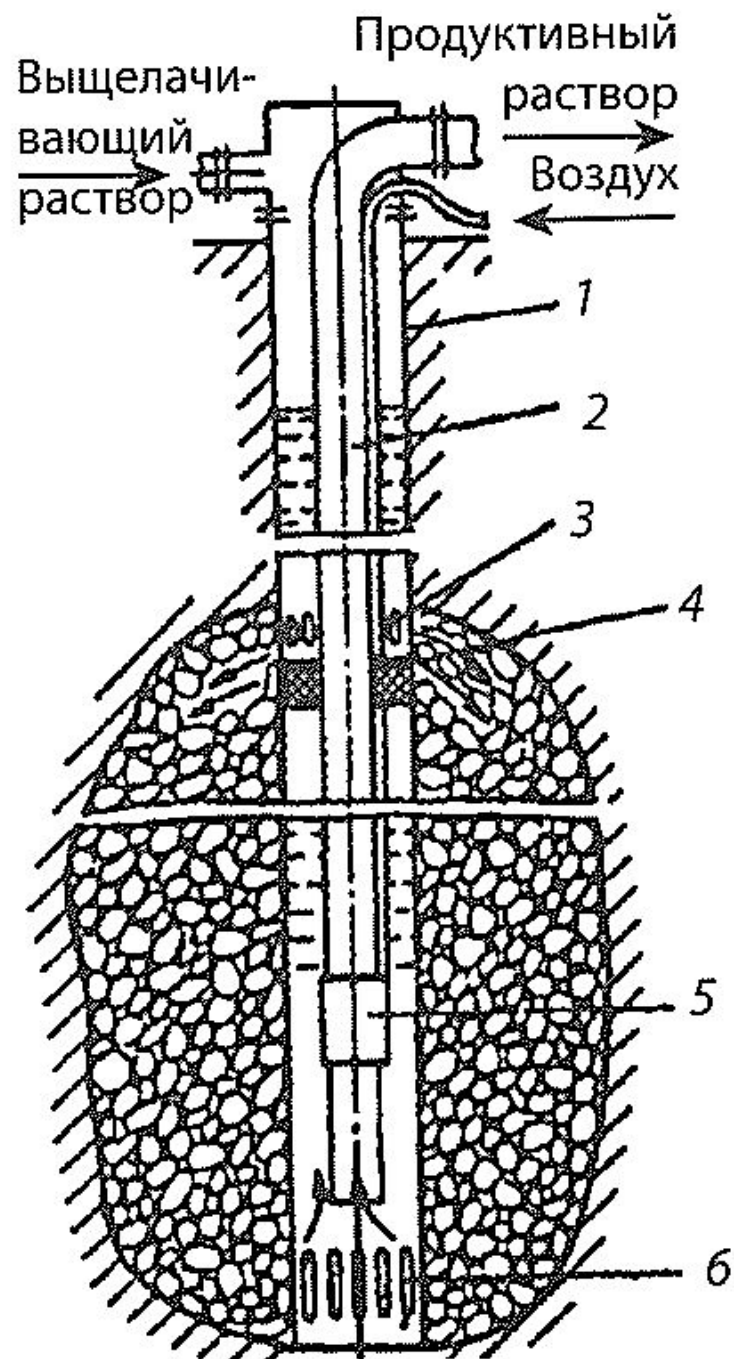
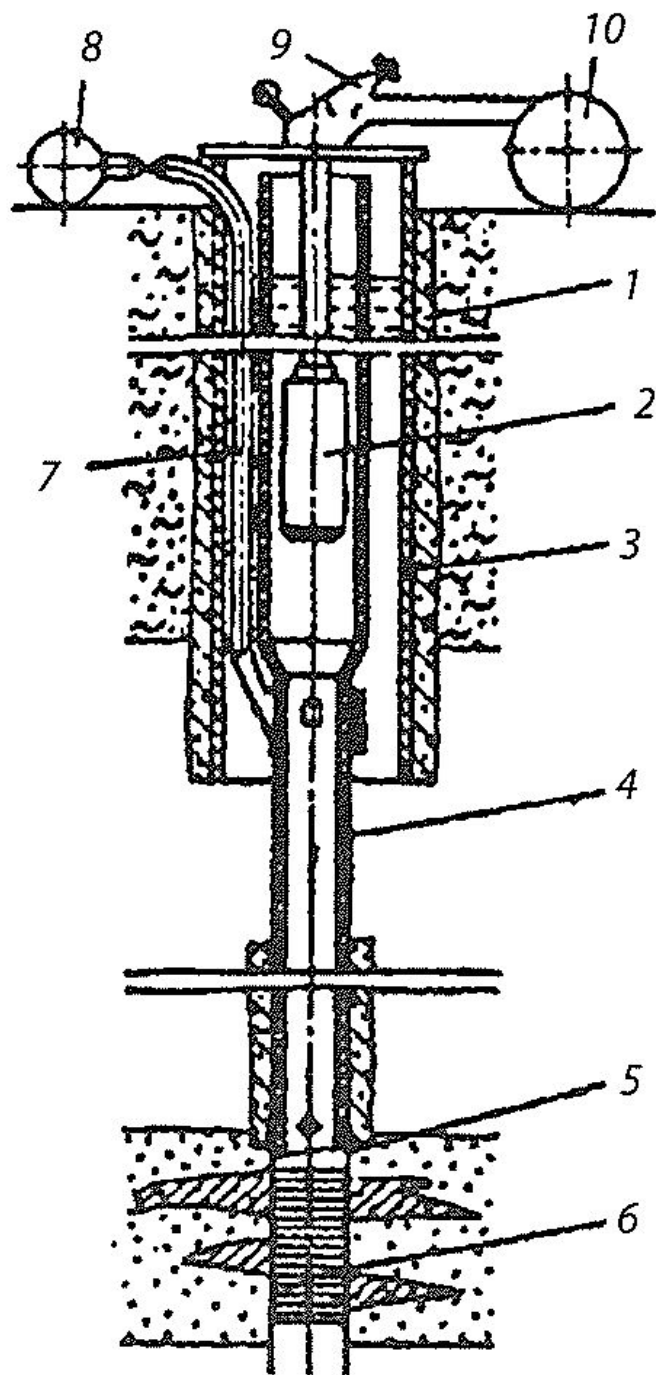


Рис. 14.3. Схема работы эксплуатационной скважины при одновременной подаче и подъеме выщелачивающих и продуктивных растворов:  
 1 — эксплуатационная колонна; 2 — раствороподъемная колонна эрлифта; 3 — отверстия для подачи выщелачивающих растворов; 4 — пакер; 5 — смеситель эрлифта; 6 — отверстия для поступления продуктивных растворов





**Рис. 14.4. Схема оборудования эксплуатационной скважины ПВ при реверсировании потоков выщелачивающих и продуктивных растворов:**

*1* — гидроизоляционная оболочка; *2* — раствороподъемник; *3* — кондуктор; *4* — эксплуатационная колонна; *5* — цементировочный узел; *6* — фильтр; *7* — шланг для подачи выщелачивающих растворов; *8* — коллектор выщелачивающих растворов; *9* — оголовок; *10* — коллектор продуктивных растворов

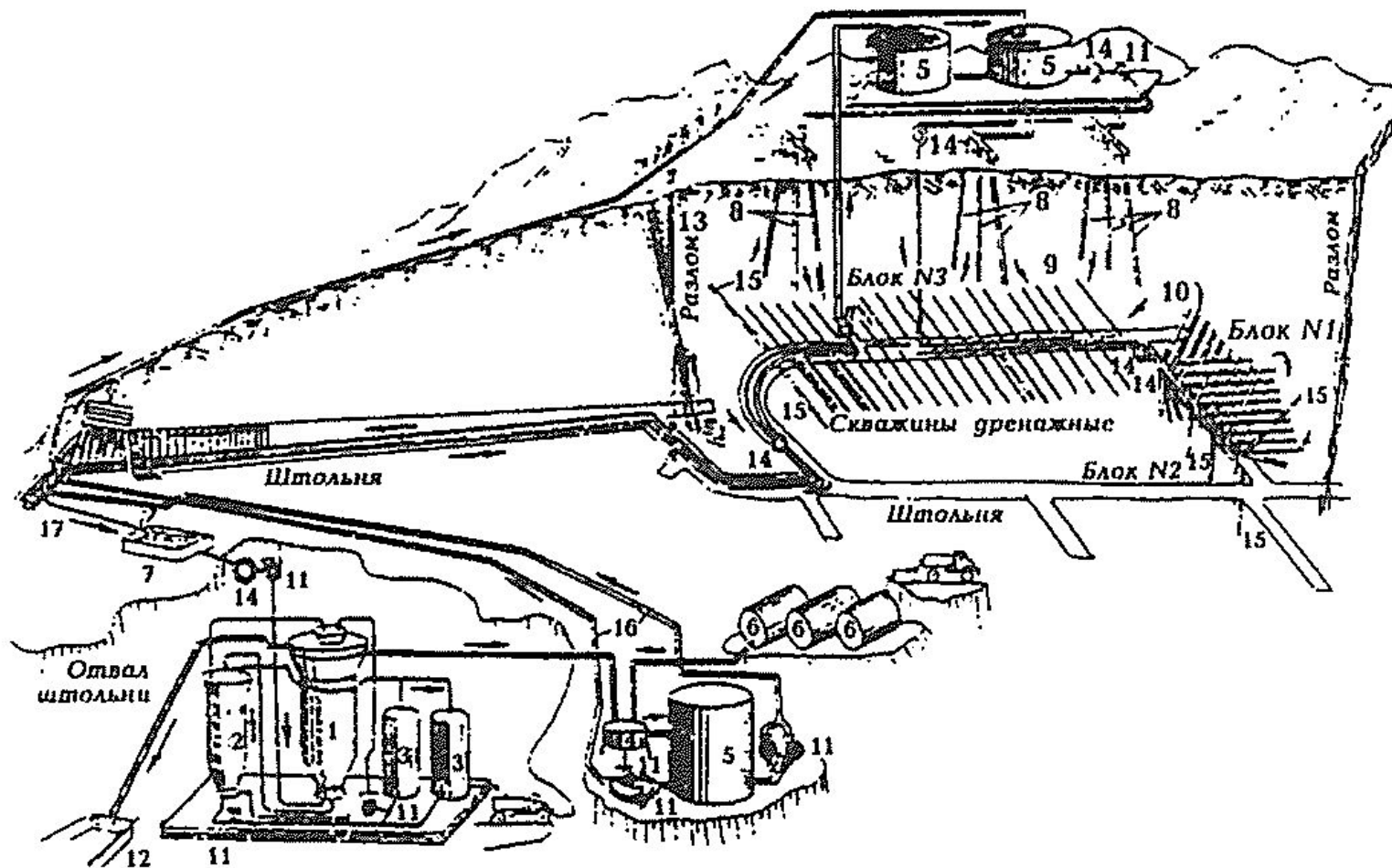


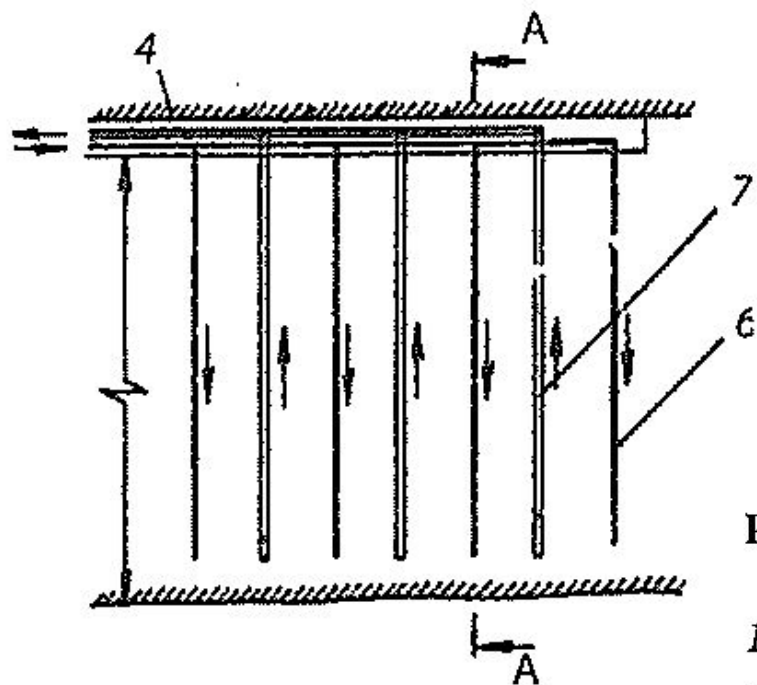
Рис. 14.5. Схема опытного участка месторождения Киик-Тал:

1 — сорбционная колонна; 2 — десорбционная колонна; 3 — емкость для продуктивных растворов; 4 — смеситель; 5 — емкость для рабочих растворов; 6 — емкость для реагентов; 7 — отстойник; 8 — нагнетательные скважины, пробуренные с поверхности; 9 — скважины разгрузочные подземные; 10 — скважины подземные нагнетательные; 11 — насос; 12 — хвостохранилище; 13 — скважина вентиляционная; 14 — расходомер; 15 — скважины наблюдательные; 16 — трубопровод рабочих растворов; 17 — трубопровод продуктивных растворов

Таблица 14.3

### Результаты работы опытной установки

Годы эксплуатации	Переработано прод. растворов				Получено урана, кг	Конц в маточн. растворах, мг/л	Извлечение из растворов, %
	M <sub>г</sub>	рН	Содерж. урана				
			мг/л	кг			
1974	172190	2,5	68	11698	8418	20	71
1975	257535	22	64	19859	17959	8	90
1976	274899	1,8	87	24003	22629	5	94
1977	440211	1,6	64	28205	25561	6	91



**Рис. 14.6. Подготовка блока для выщелачивания руд без предварительного дробления:**

1 — рудный пласт; 2 — балансовое оруденение; 3 — забалансовые руды; 4 — штрек; 5 — нагнетательно-дренажные скважины в веере; 6 — закачные скважины; 7 — откачные скважины

