

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

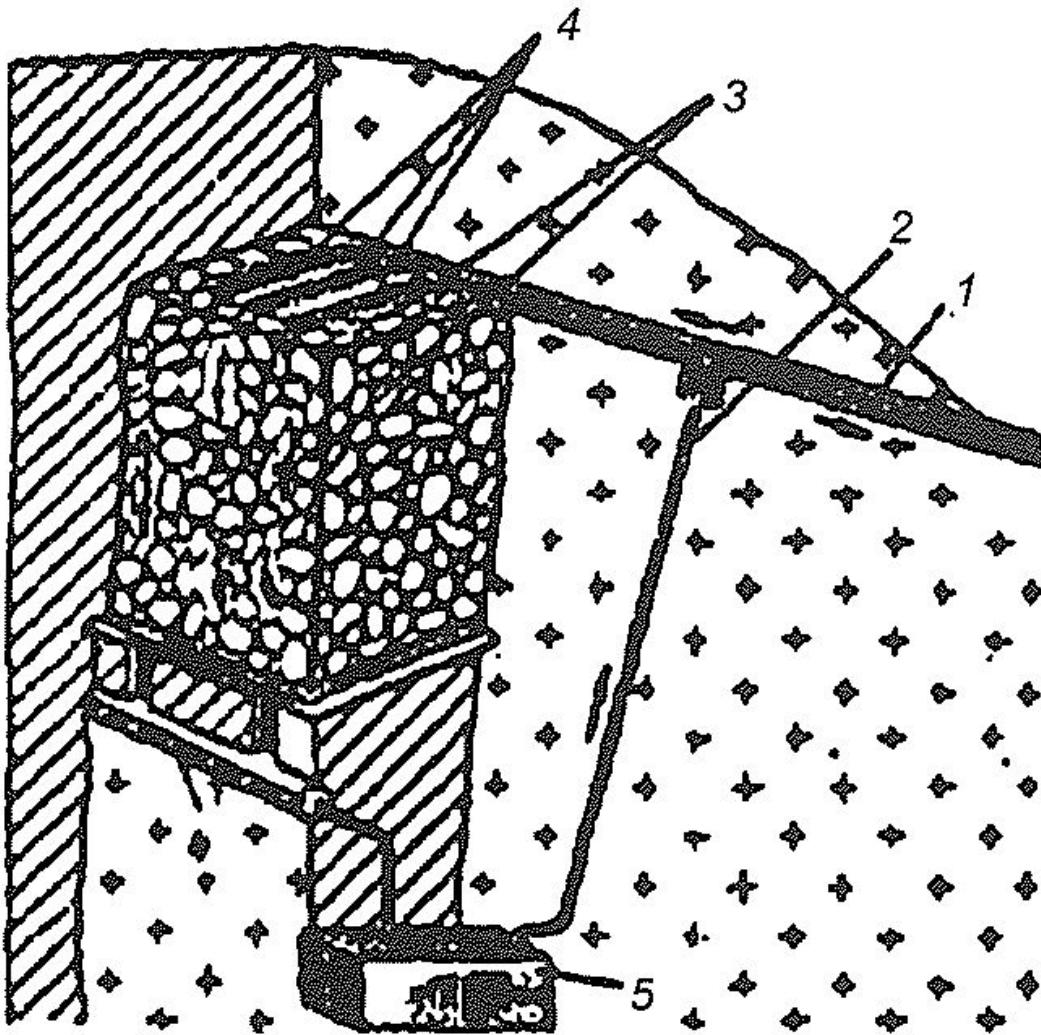


Рис. 14.2 Схема подземного выщелачивания из горных выработок:

1 — трубопровод для рабочих агентов; 2 — трубопровод для подъёма продуктивного раствора;
3 — взорванный блок руды; 4 — трубопровод для орошения рудного массива;
5 — общий раствороприемник

Таблица 14.1

Анализ технологии ПВ

Технологиче- ские опера- ции	Цель операции	Возможные способы осуществления опе- рации	Вспомогательные (сопутствующие) мероприятия	Факторы, влияющие на параметры технологии	
				физико-геологиче- ские	технические и технологические
Вскрытие залежи	Обеспечение контакта полезного ископаемого с выщелачивающим агентом	Бурение вертикальных, наклонных и наклонно-горизонтальных скважин, оборудование их коррозионностойкими 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 гидроразрывы, 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

Продолжение табл. 14.1

Технологиче- ские опера- ции	Цель операции	Возможные способы осуществления опе- рации	Вспомогательные (сопутствующие) мероприятия	Факторы, влияющие на параметры технологии	
				физико-геологиче- ские	технические и технологические
Приготовле- ние выщела- чивающего агента	Обеспечение одно- родной по составу и стабильной по свойствам реакци- онной смеси	Смешение реагентов в аппаратах с мешал- ками, сатураторах. Раздельная подача компонентов смеси в скважины. Исполь- зование оборотных растворов	Подогрев реаген- та, аэрация	Состав руды и об- ротного раствора	Состав компонентов смеси; тип и ха- рактеристики наземного оборудо- вания; расход реагентов, их токсич- ность и коррозионная активность
Подача вы- щелачиваю- щего раство- ра в залежь	Обеспечение за- данного расхода выщелачивающего реагента	Налив или прину- дительная закачка реакционной смеси или ее компонен- тов в скважины или оросительные си- стемы	Оборудование скважин и ороси- тельных систем расходомерами, устройствами для предотвра- щения перели- вов, уровнемера- ми, регуляторами расхода, маноме- трами	Проницаемость за- лежи, химический состав, глубина	Характеристика насосного и вспо- могательного оборудования, герме- тичность трубопроводов и запорной арматуры

Продолжение табл. 14.1

Технологиче- ские опера- ции	Цель операции	Возможные способы осуществления опе- рации	Вспомогательные (сопутствующие) мероприятия	Факторы, влияющие на параметры технологии	
				физико-геологиче- ские	технические и технологические
Управление из- влечения полез- ного компонента в раствор и пере- носа к откачным скважинам или дренажным вы- работкам при максимальном ожвате залежи и минимальных по- терях реагента	Обеспечение из- влечения полез- ного компонента в раствор и пере- носа к откачным скважинам или дренажным вы- работкам при максимальном ожвате залежи и минимальных по- терях реагента	Управление депрес- сионными полями, борьба с кольматат- ционными явления- ми (реверсирование закачки, импульсная закачка, изменение состава выщелачи- вающего агента), применение дина- мических барражей (гидро- и аэрозвесей)	Интенсифика- ция процесса выщелачивания с использовани- ем ультразвука, ударных волн, электротока, элек- тромагнит- ных и тепловых полей. Приме- нение автомати- ческих средств контроля и управления про- цессом. Эколо- гические наблюде- ния за составом пластовых вод за пределами участ- ка	Проницаемость и химический состав залежи и вмещаю- щих пород; струк- тура и темпера- тура руды; форма рудного тела, рас- стояние между за- качными и отка- чными скважинами (выработками)	Характеристика насосного и раство- роподъемного оборудования, хими- ческий состав и вязкость выщелачи- вающего агента
Откачка про- дуктивного раствора	Обеспечение из- влечения полез- ного компонента из залежи и необ- ходимого соотно- шения дебитов от- качки и закачки	Применение эрлиф- тов, насосов	Дегазация полу- ченных растворов, очистка газов от токсичных компонентов	Химический со- став залежи и вме- щающих пород	Напор и производительность рас- твороподъемного оборудования

Технологиче- ские опера- ции	Цель операции	Возможные способы осуществления опе- рации	Вспомогательные (сопутствующие) мероприятия	Факторы, влияющие на параметры технологии	
				физико-геологиче- ские	технические и технологические
Переработка продуктив- ного раствора	Максимальное из- влечение полез- ного компонента из раствора в то- варном виде или в виде полуфабри- ката, утилизация примесей	Использование хи- мических методов осаждения, адсорб- ции, экстракции, электролиза, диф- фузии; контроль па- раметров процесса переработки	Очистка стоков, газов и твер- дых отходов и токсичных ком- понентов ниже ПДК; автомати- зация процесса переработки	Химический со- став залежи и вме- щающих пород	Химический состав и расход про- дуктивных растворов, характери- стики наземного оборудования, рас- ход реагентов для переработки
Регенерация оборотного раствора	Обеспечение зам- кнутого водообо- рота	Очистка оборотных растворов от при- месей, влияющих на его физические и химические свой- ства, подкрепление свежим реагентом для выщелачивания	Очистка регене- рационных от- ходов		Химический состав оборотного рас- твора, его вязкость, наличие взве- сей
Ликвидация отработан- ного участка и рекульти- вация зем- ной поверх- ности	Ликвидация последствий техногенного воздействия на окружающую сре- ду	Промывка и нейтра- лизация отработан- ной зоны, тампонаж зоны и скважин, снятие поверхности- ного слоя, культи- вирование зеленых насаждений	Очистка про- мывных вод, контроль закон- турных пласто- вых вод. Оце- ничное бурение для определения степени извле- чения полезного компонента	Размер ореола за- грязнения в не- драх, наличие ги- дрогеологических разгрузок, устой- чивость покрыва- ющих пород	Состав нейтрализующих и тампо- нажных смесей, их расход; характе- ристики насосного оборудования

Таблица 14.2

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 проводимости 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).

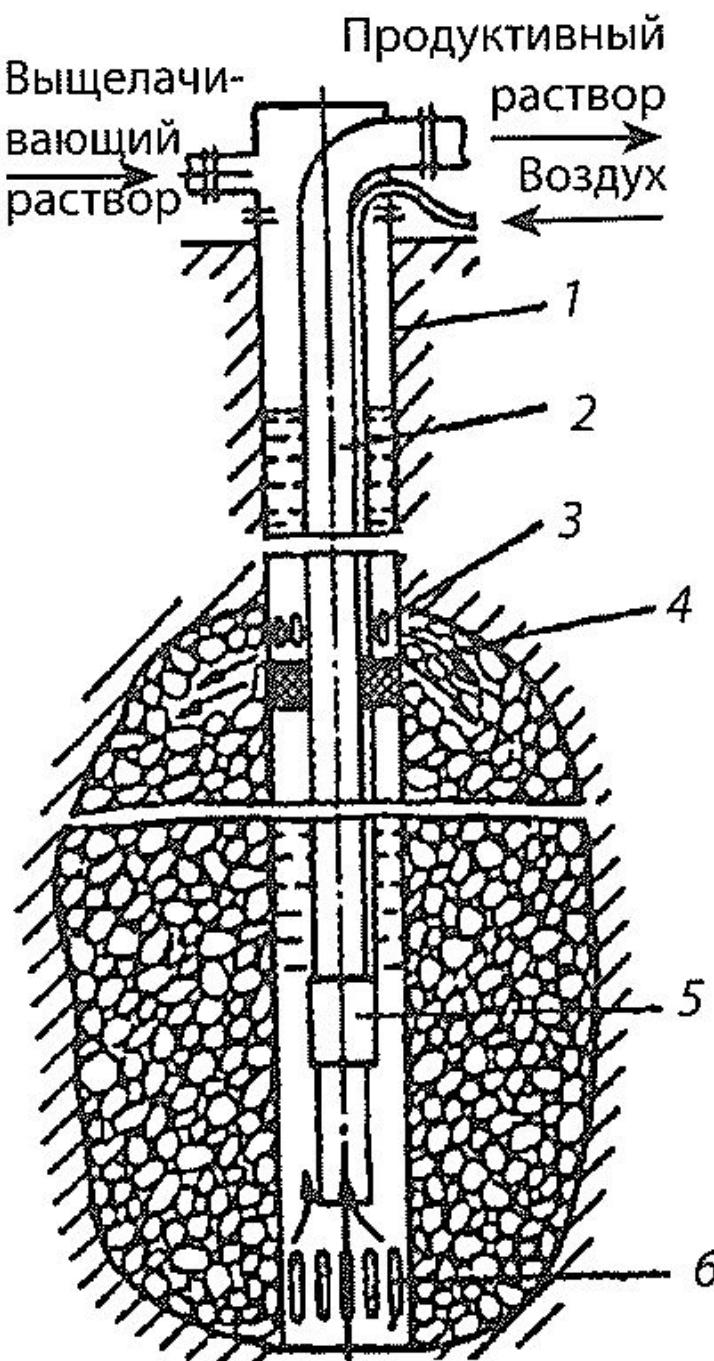


Рис. 14.3. Схема работы эксплуатационной скважины при одновременной подаче и подъеме выщелачивающих и продуктивных растворов:

1 — эксплуатационная колонна; 2 — раствороподъемная колонна эрлифта; 3 — отверстия для подачи выщелачивающих растворов; 4 — пакер; 5 — смеситель эрлифта; 6 — отверстия для поступления продуктивных растворов

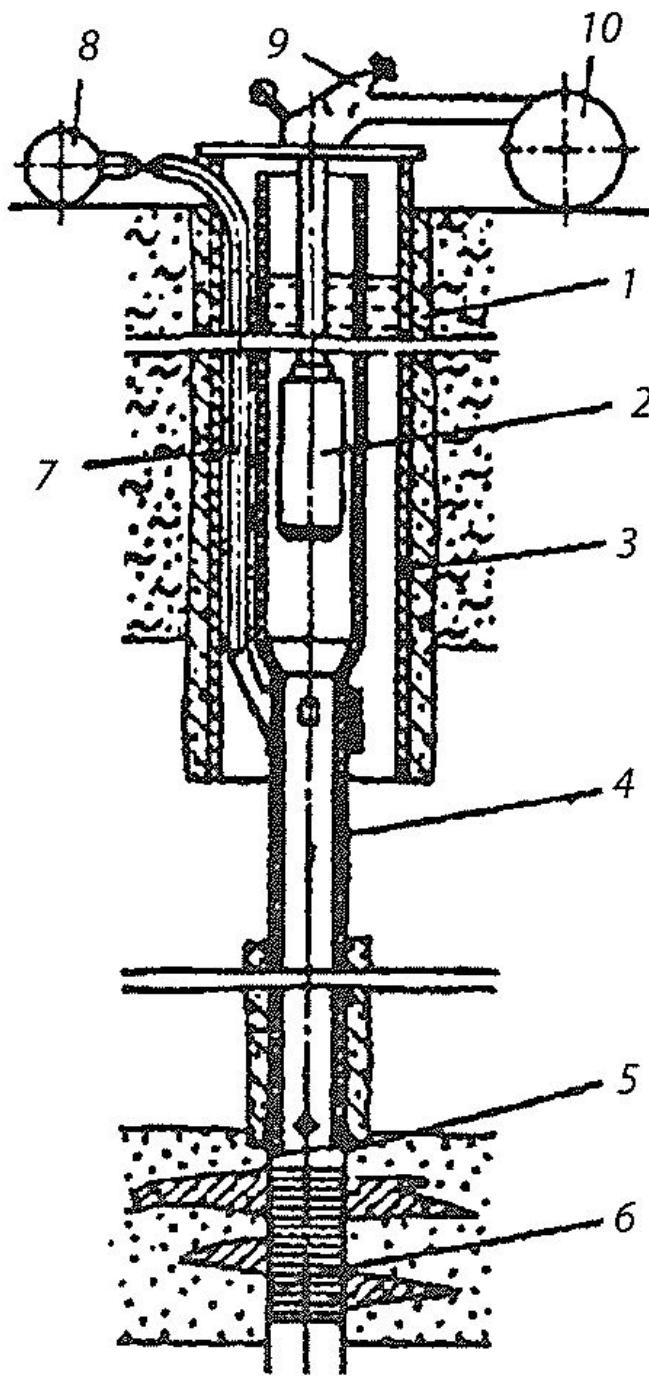


Рис. 14.4. Схема оборудования эксплуатационной скважины ПВ при реверсировании потоков выщелачивающих и продуктивных растворов:

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

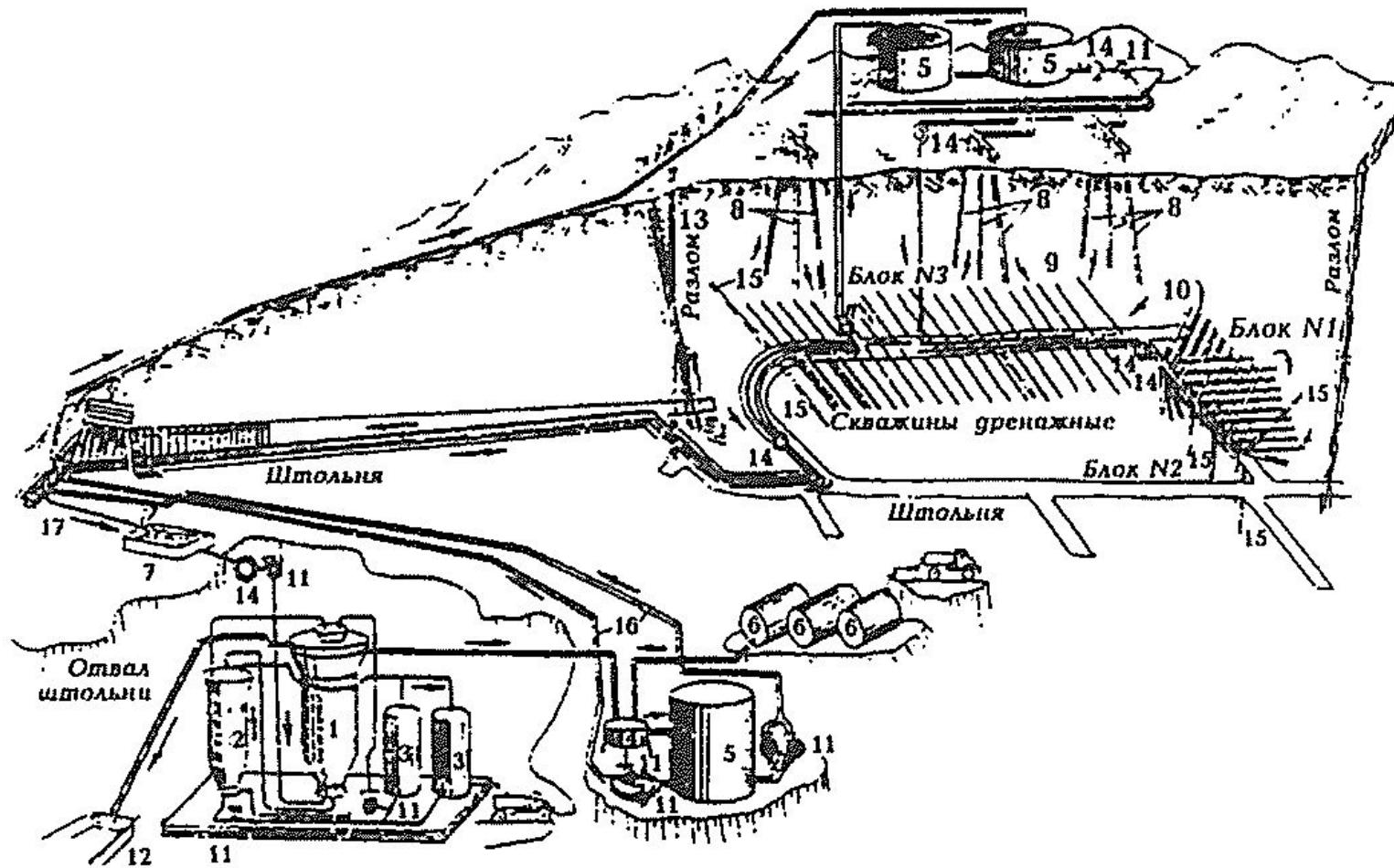


Рис. 14.5. Схема опытного участка месторождения Киик-Тал:

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, %			
	$M,$	рН	Содержж. 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			

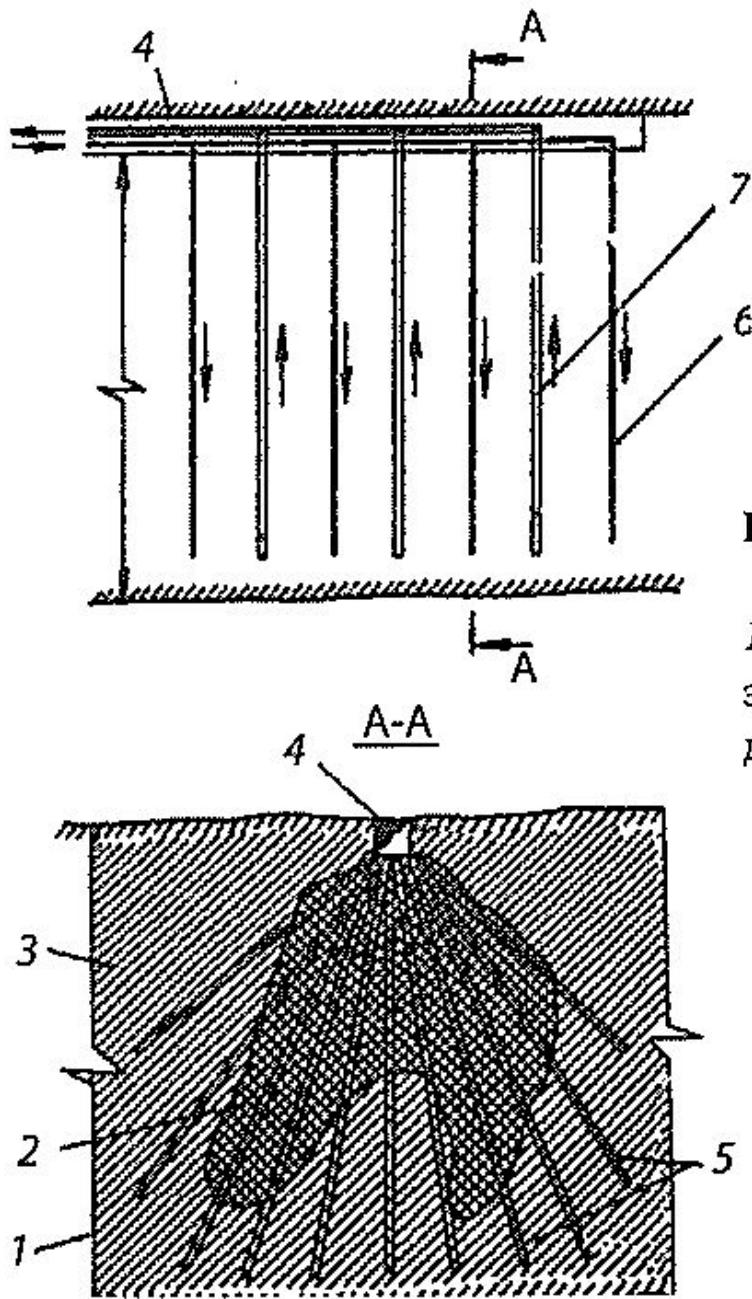


Рис. 14.6. Подготовка блока для выщелачивания руд без предварительного дробления:
 1 — рудный пласт; 2 — балансовое оруденение; 3 — забалансовые руды; 4 — штрек; 5 — нагнетательно-дренажные скважины в веере; 6 — закачные скважины; 7 — откачные скважины