

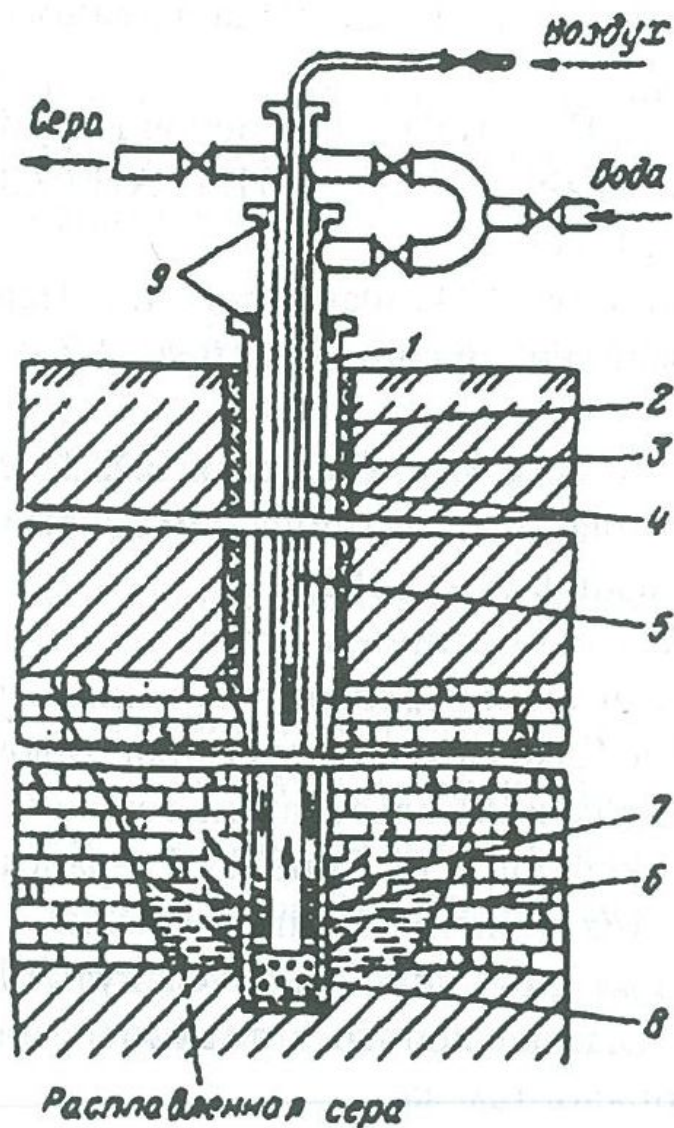


Рис. 18.1. Принципиальная схема добычной скважины:

1 — обсадная колонна; 2 — затрубная цементация; 3, 4 и 5 — соответственно водоподводящая, серная, и воздушная колонны; 6 — разделительный пакер; 7, 8 — водная и серная перфорации; 9 — сальниковые компенсаторы

В общем случае уравнение теплового баланса можно записать следующим образом:

$$Q = Q_{\text{тр}} + Q_{\text{п}},$$

где Q — энергия теплоносителя у устья скважины, Дж; $Q_{\text{тр}}$ — потери энергии теплоносителя при транспортировании по трубам водоподающей колонны, Дж; $Q_{\text{п}}$ — потери энергии теплоносителя в пласте, Дж.

В свою очередь, величина $Q_{\text{п}}$ складывается из следующих составляющих :

$$Q_{\text{п}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6,$$

где Q_1 — количество тепла, необходимого на нагрев серы, Дж; Q_2 — теплота плавления серы, Дж; Q_3 — количество тепла, необходимого на нагрев породного скелета рудной залежи, Дж; Q_4 — тепло утечек теплоносителя в покрывающую толщу, Дж; Q_5 — остаточная теплота теплоносителя, Дж; Q_6 — прочие виды тепло

Таблица 18.1

Требования и условия разработки серной залежи

Показатели	Условия разработки		
	хорошие	удовлетворительные	требующие конкретного анализа
Среднее серосодержание, %	более 20	10—20	менее 10
Извлечение серы, %	более 70	70—40	менее 40
Текстура руд (преобладающая)	полосчатая, прожилковая, гнездовая	гнездово- и прожилковатокрallenная	дисперсная
Литологический состав пласта	кавернозный известняк	слабокавернозный известняк	плотный известняк
Гидрогеологические условия серной залежи	гидрогеологически закрытая залежь	разгрузка вод затруднена	гидрогеологически раскрытая залежь
Водопоглощение, м ³ на 1 м мощности при давлении 1 МПа	0,5—1	от 0,1 до 3	более 3, менее 0,1
Покрывающие породы	водонепроницаемые	слабоводопроницаемые	водопроницаемые
Мощность серной залежи, м	более 10	10-3	менее 3

Основные операции при реализации технологии ПВС

Операция	Цель и задачи	Способ осуществления	Влияющие факторы	
			Физико-геологические	технологические
Эксплуатационная разведка	Определение физико-геологической обстановки для планирования добычных работ. Получение геолого-гидрогеологических характеристик рудного тела и вмещающих пород (корректировка подсчета запасов, выделение типовых руд, геометризация рудного тела, определение гидрогеологических характеристик участков пласта и др.)	Бурение с отбором керна, изучение керна в лабораторных условиях, геофизическое и гидрогеологическое изучение массива	Положение залежи, глубина, морфология и условия залегания, фильтрационные свойства, изменчивость геолого-гидрогеологических свойств, мощности, содержание серы, проницаемость и др. Структура и текстура, пустотность. Состав пластовых вод	Густота сети добычных скважин, необходимое опережение фронта разведочных работ относительно добычных
Бурение и подготовка скважин	Вскрытие рудного тела с обеспечением требований технологии (заданных кондиций) и уточнение физико-геологической обстановки. Бурение скважин с сохранением фильтрационных свойств серной залежи, обеспечение герметичности затрубного пространства, обеспечение необходимых фильтрационных характеристик рудного массива и вмещающих пород, получение геолого-гидрогеологических характеристик рудного тела и вмещающих пород по добычным скважинам	Бурение с отбором керна, с промывкой водой, воздухом или др. способом, сохраняющим естественное состояние массива. Кислотные ванны, обработки, подрубы, гидроразрывы, торпедирование электросбойка и др. методы управления фильтрационными свойствами, изучение керна, геофизическое и гидрогеологическое изучение массива. Обсадка и цементация скважин. Заканчивание и исследование скважин	Те же	Густота сети добычных скважин, расход и давление теплоносителя, применяемое при добыче, обеспечение разгрузки пласта

Операция	Цель и задачи	Способ осуществления	Влияющие факторы	
			Физико-геологические	технологические
Обустройство	Создание системы коммуникаций и пунктов управления добычными работами. Прокладка трубопроводов, оборудование и обвязка скважин, создание контрольно-распределительных пунктов и т.д.	Строительно-монтажные работы		Диаметр трубопроводов, конструкция добычных скважин, замерных пунктов и др.
Производство рабочих реагентов	Бесперебойное обеспечение теплоносителем (горячей водой), сжатым воздухом и паром заданных параметров различных объектов рудника	Паровые и водогрейные котлы, компрессоры, насосы	Расход и температура теплоносителя, воздуха	Расстояние до мест потребления
Добычные работы	Получение товарного продукта			
а) нагнетание теплоносителя	Разогрев пласта и скважин. Постоянное нагнетание теплоносителя с заданным расходом, температурой и давлением	Насосами через контрольно-распределительную станцию, водную и серную колонны	Проницаемость, мощность пласта, угол наклона залежи, условия разгрузки участков месторождения	Конструкция добычных скважин, их количество, расположение между собой, по отношению и к водоотливу и границе
б) водоотлив	Управление движением пластовых вод. Обеспечение перемещения теплоносителя в пласте в нужном направлении, поддержание необходимого водопоглощения добычным полем	Самоизливом, принудительным водоотливом (погруженным насосом, эрлифтом и др. средством)	Проницаемость, условия разгрузки, угол наклона залежи	Конструкция водоотливных скважин, их число, расположение, способ водоотлива

Операция	Цель и задачи	Способ осуществления	Влияющие факторы	
			Физико-геологические	технологические
в) сброс давления в серной колонне	Проверка возможности откачки жидкой серы из пласта, выпуском теплоносителя из серной колонны. Обеспечение притока серы к забою скважины	Соединения устья серной колонны с атмосферой	Физико-геологические условия	Конструкция забойной части, момент времени внутри периода отработки скважины, общая технологическая обстановка
г) откачка и транспортировка жидкой серы	Подъем жидкой серы на поверхность, сброс и транспортировка ее к месту переработки. Создание устойчивого и длительного процесса эрлифтирования одновременно с нагнетанием теплоносителя	Эрлифтом до поверхности и насосами от сборных емкостей	Те же	Создаваемая депрессия, способ ввода теплоносителя, его расход
Очистка и сброс пластовых вод или создание замкнутого водооборота	Разгрузка пласта, управление режимом выплавки, предотвращение загрязнения водоемов. Очистка от сероводорода и получение допустимого соляного состава сбрасываемых вод. При создании замкнутого водооборота их нагрев	Подкисление с отдувкой, биологическая очистка, разбавление самоизлив и регуляция очистки пластовых вод. Воздействие реагентов	Химический состав пластовых вод, твердой фазы	Расстояние между добычными и водоотливными скважинами, температура откачиваемых вод
Рекультивация	Вовлечение земельных угодий в народнохозяйственное использование. Ликвидация приповерхностных частей добычных скважин и планировка поверхностей, улучшение почвы	Удаление металла до глубины 1—2 м, тампонаж скважин, планировка поверхности	Характеристика почвенного покрова	Конструкция и диаметр скважин

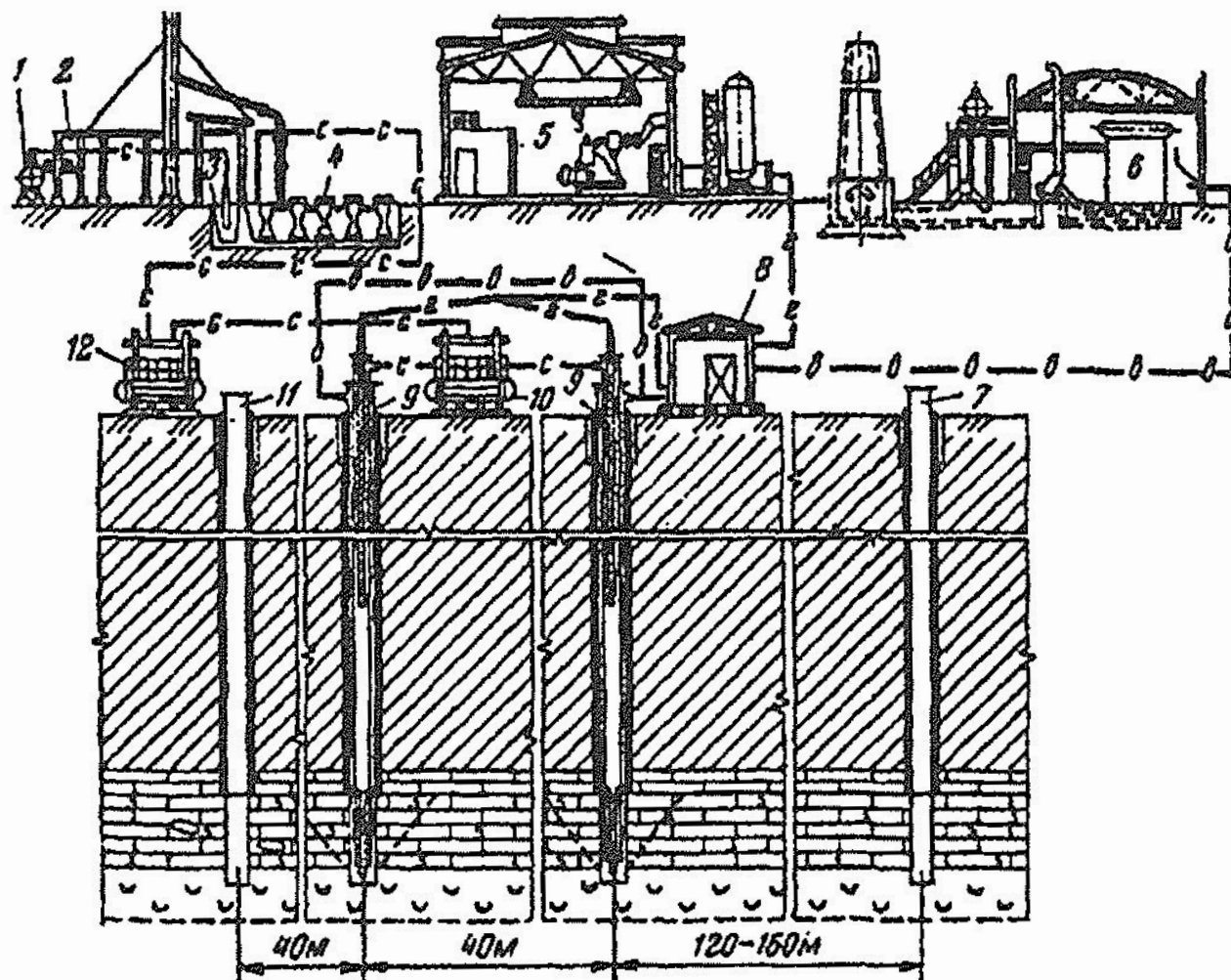


Рис. 18.2. Принципиальная технологическая схема добычи серы методом подземной выплавки:

1 — железнодорожная цистерна; 2 — погрузочная эстакада; 3 — насос для перекачки жидкой, серы; 4 — подогреватели склада жидкой серы; 5 — компрессорная; 6 — котельная; 7 — водоотливная скважина; 8 — замерный пункт; 9 — добычные скважины; 10 — станция перекачки серы; 11 — отработанная добычная скважина; 12 — участковая станция перекачки серы

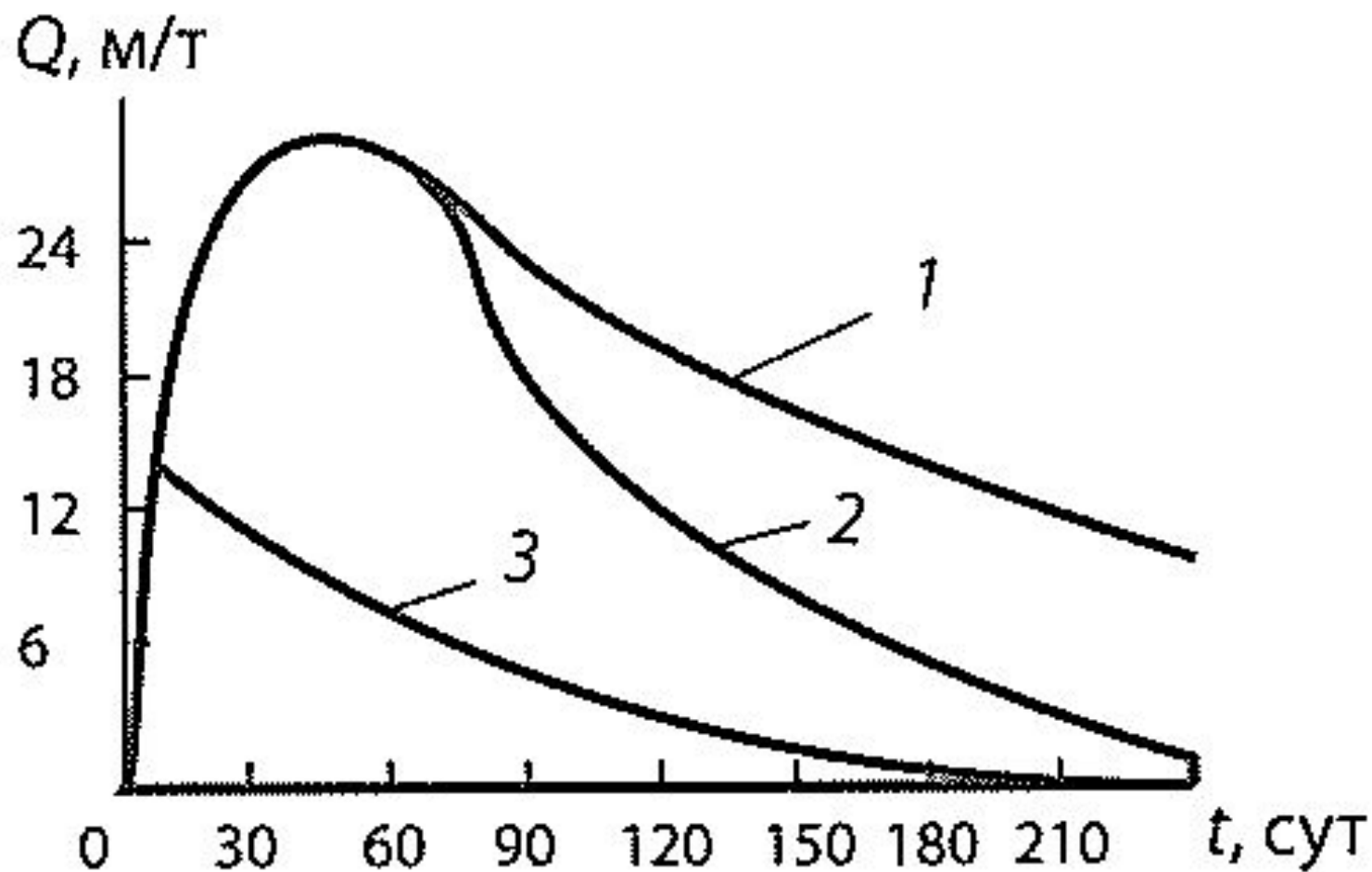


Рис. 18.3. Зависимость суточной добычи по скважине от времени:

1 — одиночная скважина; 2 — сетка 40x40;
3 — сетка 20x20 м

$$D = \delta \cdot S \cdot h \cdot \eta,$$

где δ — серосодержание, т/м³; S — площадь залежи приходящаяся на одну добычную скважину, м²; h — мощность залежи, м; η — коэффициент извлечения серы из недр.

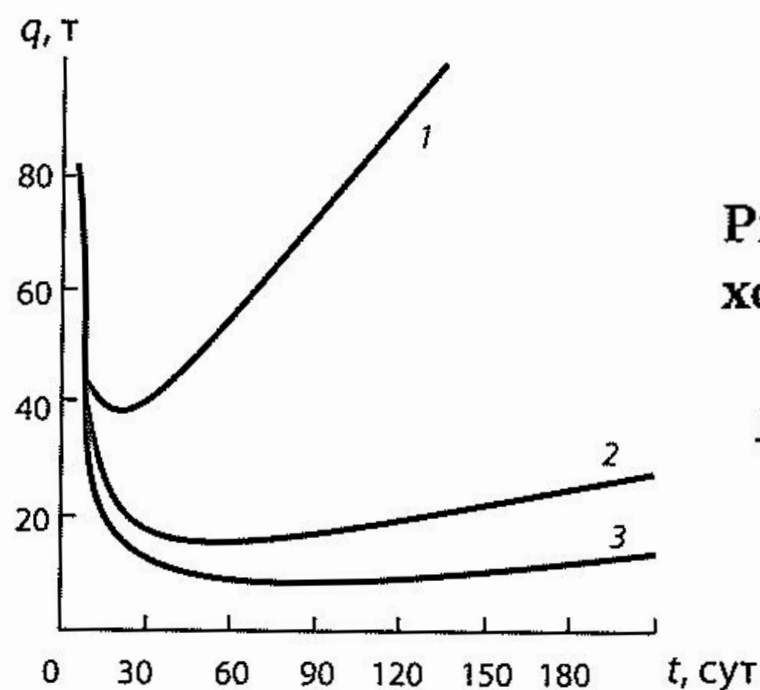


Рис. 18.4. Зависимость удельного расхода теплоносителя от времени работы скважины при сетке 40х40 м:

1, 2, 3 — соответственно h — 3, 6, 10 м

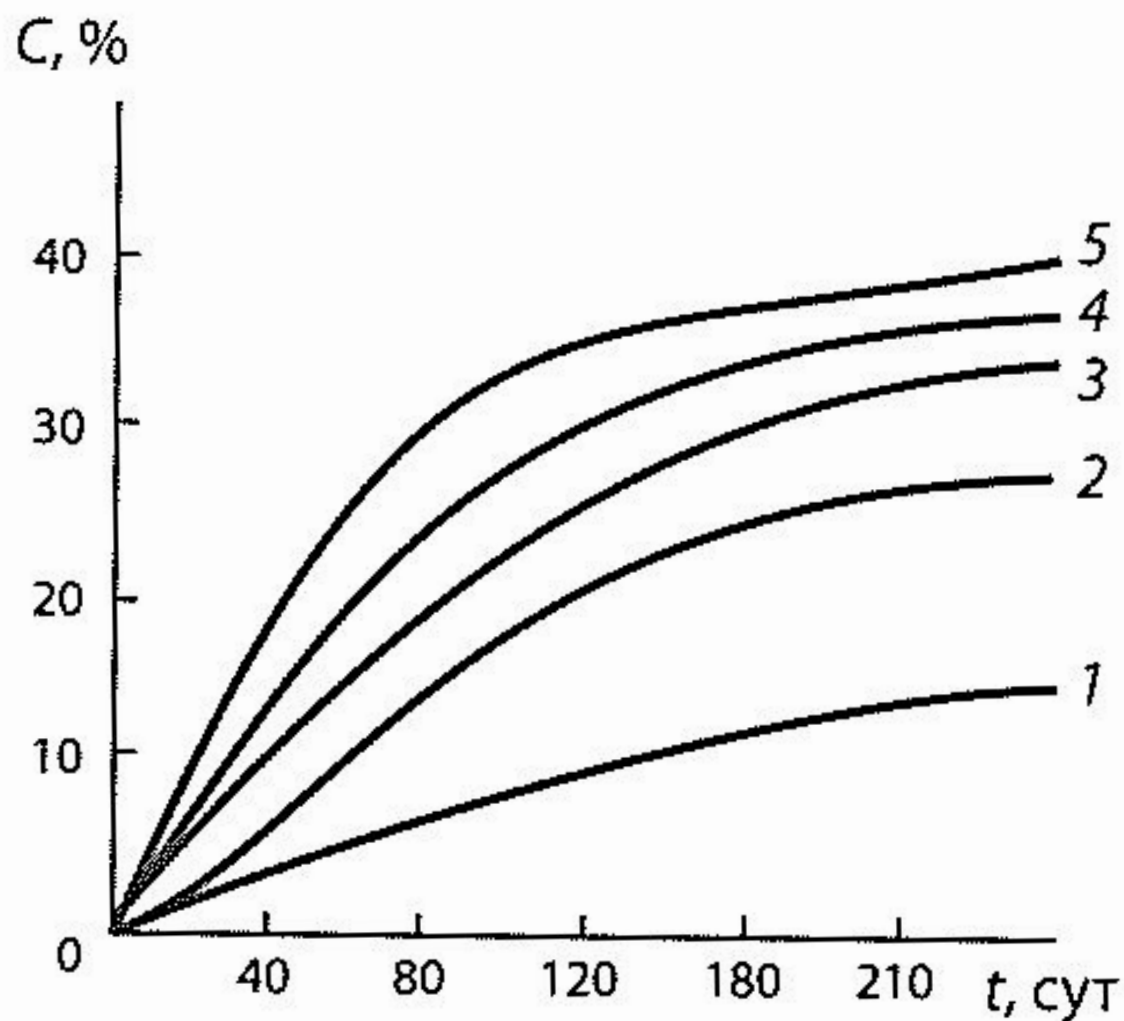


Рис 18.5. Зависимость коэффициента извлечения от времени работы скважины:
1—5 — сетки скважин, соответственно
70x70, 50x50, 40x40, 30x30, 20x20 м