

СДВИЖЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД И ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ГОРНЫХ РАЗРАБОТОК

§ 195. СОДЕРЖАНИЕ И ЗНАЧЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Выемка пластов угля и других залежей полезных ископаемых вызывает образование в недрах земли пустот значительных размеров. Породы, залегающие в кровле горных выработок, под действием силы тяжести и горного давления приходят в движение, обуславливая развитие процесса сдвижения всей толщи, включая земную поверхность.

В результате сдвижения и деформации толщи горных пород деформируется и нарушается целостность крепи горных выработок (стволов, квершлагов, окоlostвольных выработок, штреков), попавших в зону сдвижения. Объекты, расположенные на земной поверхности и также попавшие в зону сдвижения, деформируются, а при неблагоприятных условиях подработки даже разрушаются. Например, в стенах и фундаментах зданий возникают трещины, межэтажные перекрытия теряют устойчивость, наблюдаются перекосы оконных и дверных проемов, происходит отслаивание и падение штукатурки; в подработанных горными работами железных дорогах изменяются уклоны пути, нарушается плотность балласта, происходит разрыв планок, скрепляющих рельсы, выброс рельсов; в подземных металлических трубопроводах (газопроводах, водопроводах) возникают разрывы и смятия; в промышленных объектах может быть нарушена эксплуатация технологического оборудования (подъемных машин, транспортных кранов, станков, агрегатов); подработанные водоемы могут явиться источником повышенного притока воды в шахты, а иногда и причиной их затопления.

Продолжительные наблюдения за подработкой объектов показали, что при соблюдении определенных условий возможна подработка объектов без нарушения их нормальной эксплуатации. Такими условиями являются, например: значительная глубина разработки, специально разработанные рациональные способы выемки полезных ископаемых, оборудование объектов перед подработкой специальными конструктивными мероприятиями и др.

Для обеспечения сохранности объектов и условий их нормальной эксплуатации при неблагоприятных условиях подработки (небольшой глубине, значительной мощности пласта и др.) возникает необходимость оставления целиков (невынутых участков полезного ископаемого под объектом), что обуславливает потери промышленных запасов полезных ископаемых.

Правильный и научно обоснованный подход к решению вышеуказанных проблем требует знания закономерностей развития процесса сдвижения толщи горных пород и земной поверхности, всестороннего изучения проявлений этого процесса, умения производить расчеты величин сдвижений и деформаций, возникающих как на земной поверхности, так и в объектах, умения при неблагоприятных условиях выполнять построение предохранительных целиков оптимальных размеров, не допускающих излишних потерь полезного ископаемого.

Глава XXV

СДВИЖЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД И ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

ПРИ РАЗРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

§ 196. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОЦЕССЕ СДВИЖЕНИЯ ТОЛЩИ ГОРНЫХ ПОРОД И ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Сдвигения и деформации горных пород вокруг подготовительных выработок. Толща горных пород до проведения горных выработок находится в условиях естественного напряженного состояния, создаваемого массой горных пород. Давление, приходящееся на единицу площади в нетронутом массиве, обычно приравнивается массе вышележащего столба, т. е. (рис. 301)

$$P = \sigma_1 = \gamma H,$$

где γ — средневзвешенное значение плотности пород, кг/м^3 .

Боковые составляющие вертикального напряжения σ_1 будут

$$\sigma_2 = \sigma_3 = \sigma_1 k,$$

где $k \leq 1$ — коэффициент бокового распора.

После проведения горной выработки в величине σ_1 , приходящейся на единицу площади, происходит переконцентрация напряжений в некоторой области массива, прилегающего к выработке. При некотором удалении от сечения выработки величины напряжений σ_1 , σ_2 , σ_3 принимают первоначальные значения.

Возрастание напряжений у боковых стенок выработок (эпюра 1) может вызвать раздавливание краев целика и сдвижение горных

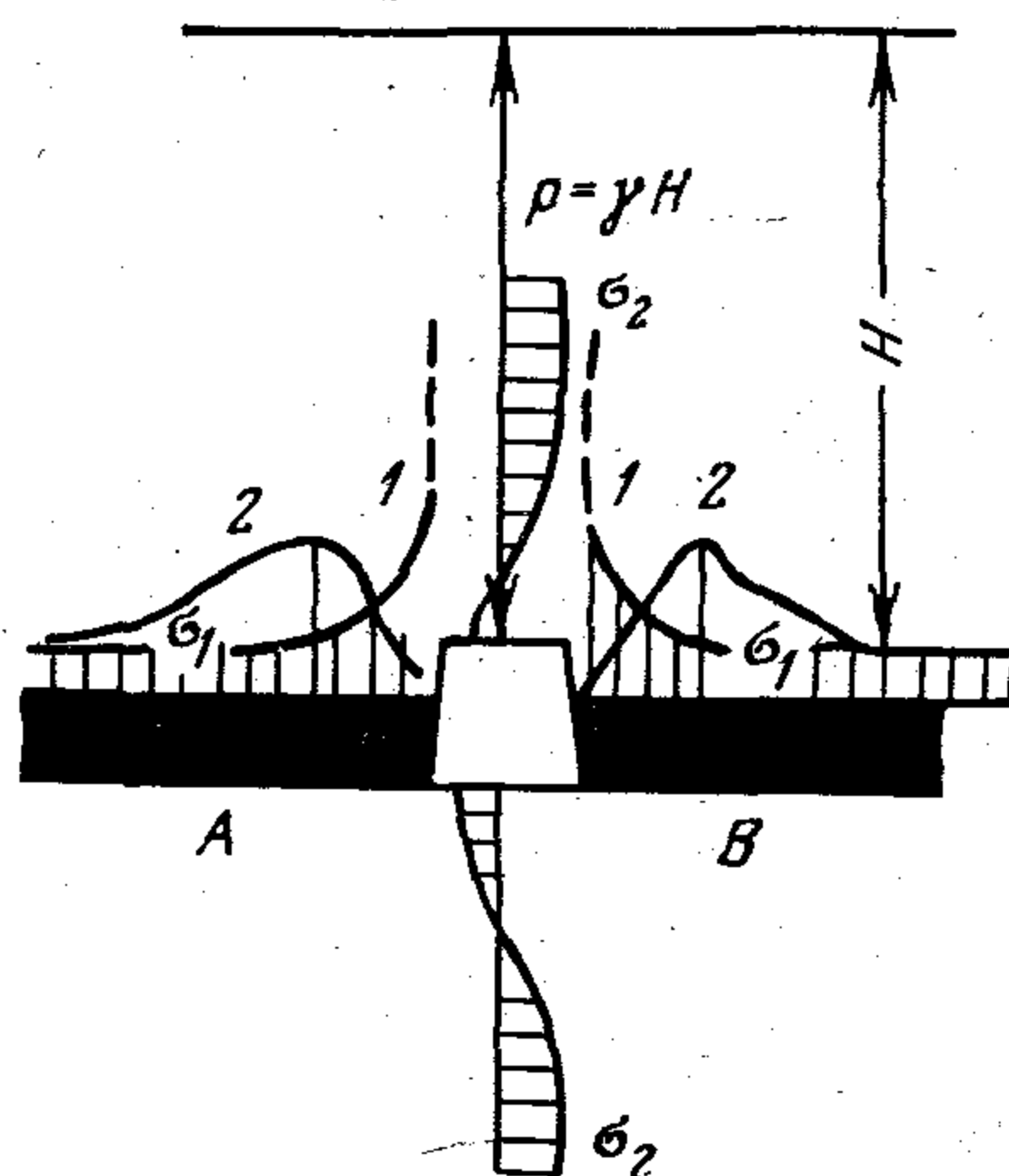


РИС. 301. Эпюры распределения напряжений около подготовительной выработки (по С. Г. Авершину)

пород или полезного ископаемого в сторону выработки. При этом максимум напряжений смещается уже на некоторое расстояние в сторону целика (точки *A* и *B* эпюры 2).

Интенсивность развития сдвижения горных пород у подготовительных выработок зависит от величины площади сечения выработок, вида крепи, физико-механических свойств пород, окружающих горную выработку, выпуска породы при перекреплении и др. Наблюдаются случаи значительного распространения зоны обрушения над выработками, а также пучения и выдавливания пород почвы в выработки.

Сдвижение и деформирование горных пород вокруг очистных выработок. Проявление процесса сдвижения и деформирования горных пород над очистными выработками происходит более интенсивно и особенно в лавах большой длины со значительной мощностью разрабатываемого пласта при управлении кровлей обрушением.

Различают три стадии развития процесса сдвижения: начальную (обрушение или прогиб непосредственной кровли), промежуточную (прогиб всей вышележащей толщи пород) и конечную (сдвижение наносов и земной поверхности).

При значительных глубинах разработок и размерах лав процесс сдвижения горных пород проявляется в формах (рис. 302, *a*) обрушения, т. е. беспорядочного падения породы в виде кусков, глыб и блоков (зона I), прогиба напластований толщи пород в сторону выработанного пространства с образованием трещин и расслоений (зона II), плавного прогиба пород без расслоения (зона III), пучения и поднятия пород почвы в сторону выработанного пространства (зона IV). Зона обрушений распространяется вверх по нормали на величину, примерно равную трем—пяти мощностям пласта.

При малой вынимаемой мощности пласта, «пучащих» породах почвы, полной или частичной закладке выработанного пространства зона обрушения может отсутствовать. Тогда непосредственно над выработанным пространством будет образовываться зона прогиба пород II.

Зоны I и II совместно распространяются вверх от кровли пласта примерно на $(35—40) m$, где m — мощность вынимаемого пласта. Водоемы, расположенные на земной поверхности, или «старые» затопленные горные выработки, попавшие в эти зоны, могут вызвать затопление действующих горных выработок.

При выемке крутых пластов угля (рис. 302, *б*), помимо вышеуказанных зон, может возникнуть сползание пород почвы в выработанное пространство (зона IVa) и образование на земной поверхности «ступенек», трещин, террас.

Сдвижение толщи горных пород в зонах I, II и III вызывает сдвижение наносов и образование мульды сдвижения АЕ (впадина на земной поверхности).

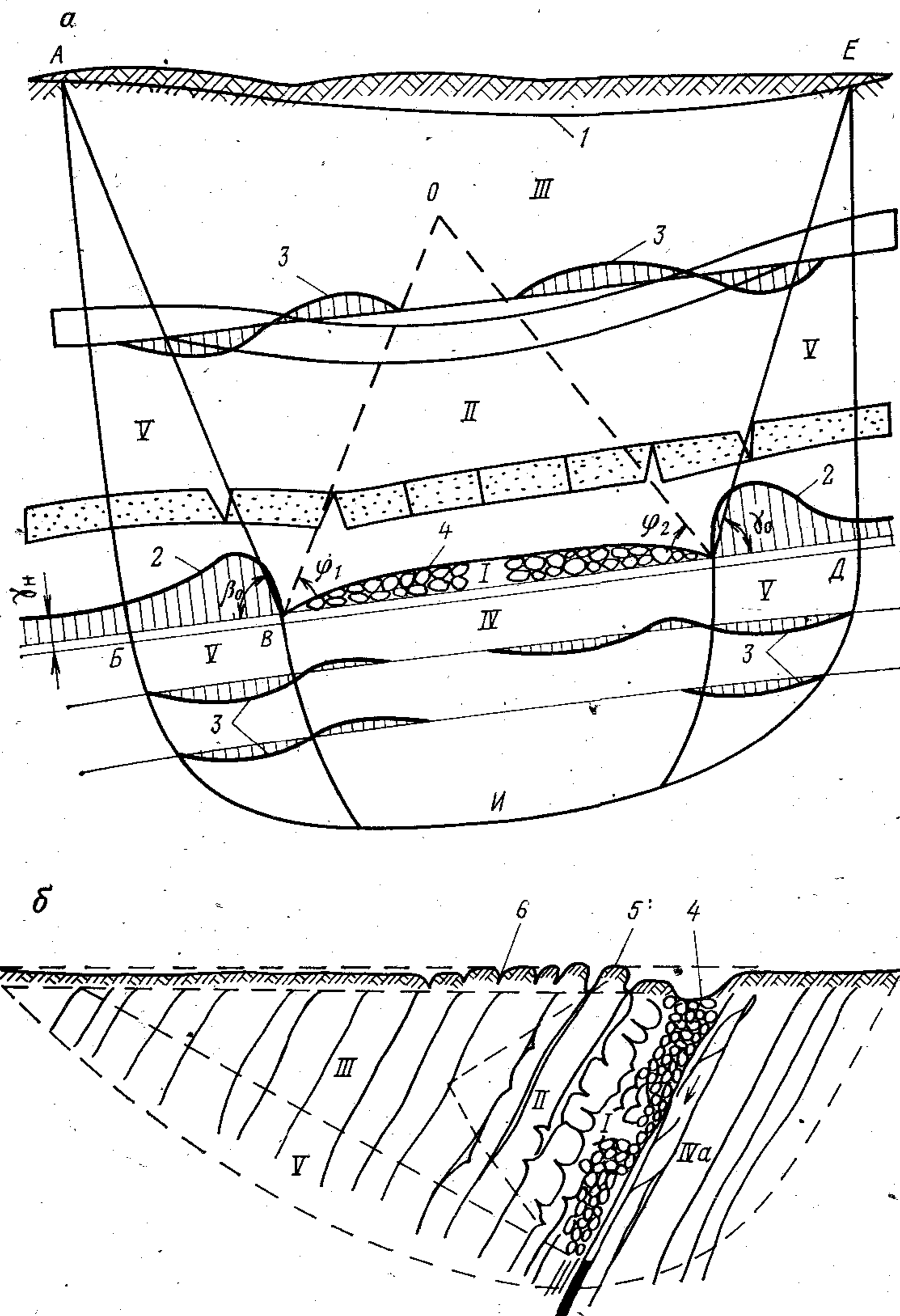


РИС. 302. Общая схема процесса сдвижения толщи горных пород:
 а — при пологом падении; б — при крутом падении

Сдвигение наносов, как и коренных пород, может происходить в форме обрушения при малой глубине разработки, равной примерно 10—15-кратной мощности пласта, прогиба по вертикали (при значительных глубинах горных работ и пологом залегании пластов), а также прогиба по вертикали (рис. 303) в сочетании с горизонтальным сдвигом их коренными породами в сторону восстания пласта при залегании пород с углом наклона свыше 10° .

Приближенно зону толщ горных пород, затронутую процессом сдвижения от очистной выемки на разрезе по падению пласта, можно определить с помощью углов β_0 , γ_0 (определение углов см. § 197), а на разрезе по простиранию δ_0 . Со стороны восстания и падения пласта к рассмотренным ранее зонам примыкает зона опорного давления V. Она создается в толще горных пород вслед-

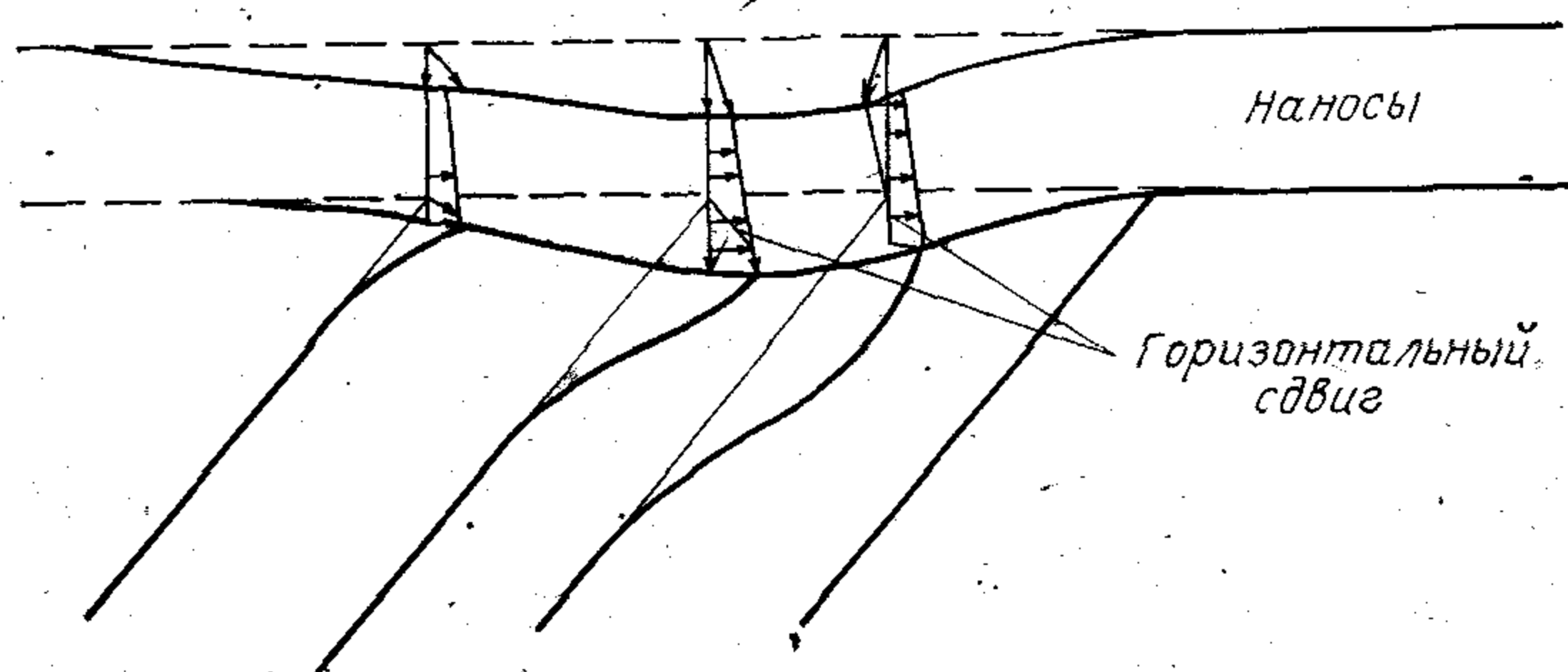


РИС. 303. Схема сдвижения толщи наносов

ствие их зависания при прогибе и передачи части массы зависших пород в качестве дополнительной нагрузки на массив пород и пласт. Наибольшие нагрузки образуются у верхней и нижней границ очистной выработки, что приводит к отжиму пласта (эпюра 2 на рис. 302, а). Зона опорного давления распространяется и на породы почвы вынимаемого пласта.

Рассмотрим несколько подробнее механику сдвижения горных пород над очистной выработкой. Перемещение напластований горных пород кровли пласта начинается с прогиба, расслоений и появления зон повышенных деформаций — растяжений, сжатий (эпюра 3 на рис. 302, а). Когда деформации достигают предельных значений, слои кровли обрушаются, заполняя выработанное пространство. Они становятся опорой для вышележащих прогибающихся пород зоны II. Если деформации не достигают предельных значений, тогда зона I не возникнет, а будет развиваться зона II, т. е. прогиб с образованием трещин. При значительных размерах очистных выработок прогибающиеся породы в зонах II и III занимают после уплотнения положение, примерно параллельное первоначальному, образуя так называемую зону полных сдвижений, величину которой на разрезе по падению пласта можно определить с помощью углов ψ_1 , ψ_2 (понятие об углах ψ_1 , ψ_2 см. § 197).