Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. XLVIII, вып. 1, 1963 г.

УДК 622.83.001.5

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗКИ НА КРЕПЬ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ШАХТ КАРАДЖАРО-ШАХАНСКОГО УЧАСТКА

В. В. Смирняков, Г. Г. Мирзоев

В текущем семилетии Тентекский и Чурубай-Нуринский угольные районы — основные районы строительства новых шахт Карагандинского бассейна. Условия поддержания горизонтальных и наклонных выработок на строящихся шахтах так же разнообразны, как и физико-механические свойства горных пород, в которых проходятся эти выработки.

Поддержание откаточных выработок Тентекского района не представляет больших трудностей, так как проходка осуществляется в основном в крепких устойчивых породах. Наиболее сложны условия поддержания горных выработок шахт Караджаро-Шаханского участка Чурубай-Нуринского района, особенно на вентиляционных горизонтах. Установленная здесь крепь (деревянная сплошная, металлическая, сборная железобетонная и др.) вследствие большого всестороннего давления деформирована и должна быть заменена. Большинство выработок перекреплялось в период строительства несколько раз. Работы по перекреплению требуют больших затрат труда, времени и средств.

Таким образом, одной из актуальных задач дальнейшего освоения новых районов является разработка рациональных видов крепи, для чего необходимы данные о горном давлении и его характере. Для их получения нами проводились кроме лабораторных исследований непосредственные измерения в шахтах основных величин, характеризующих проявление горного давления.

Как известно, непосредственные измерения нагрузок на крепь горных выработок производятся динамометрами различных конструкций. Наиболее распространены динамометры с электрической и механической схемами замерных устройств.

Динамометры с электрической схемой (с датчиками сопротивлений, емкостные, струнные, индуктивные) в громоздком и сложном комплекте аппаратуры имеют чувствительные к ударам приборы (станции). Кроме того, замеры этими динамометрами значительны по времени и не очень точны.

Принцип действия механических динамометров основан на изменении упругих деформаций чувствительного элемента (металлической мембраны, цилиндра и др.), возникающих под влиянием приложенных нагрузок. Обычно деформация элемента невелика и для увеличения точности и чувствительности динамометры снабжаются рычажной передачей. Все это усложняет конструкцию, увеличивает их вес и стоимость.

В настоящее время для измерения нагрузок на крепь горизонтальных и наклонных выработок пользуются динамометрами, разработанными для замера нагрузок на крепь очистных забоев. Рассчитанные на большую нагрузку эти динамометры имеют значительный вес и при замерах в подготовительных и капитальных выработках не дают точных замеров.

С учетом недостатков существующих динамометров нами разработан динамометр для замера величины распределенной нагрузки в горизонтальных и наклонных выработках. Этот динамометр отличается небольшим весом (около 2 *кг*), простотой конструкции и обладает достаточно высокой точностью замеров. В качестве чувствительного элемента динамометра использована вакуумная резина.[1]

Такие динамометры дали возможность расширить исследования и сделать выводы по значительно большему числу наблюдений. На новостроящихся шахтах было установлено около 130 динамометров на 19 замерных станциях, расположенных в самых разнообразных горногеологических условиях. Наблюдения за изменением нагрузок на крепь велись в течение двух лет. Интервалы времени, через которые снимались отсчеты по динамометрам, устанавливались в каждом конкретном случае и зависели от быстроты нарастания нагрузки. Так, на шахтах Караджаро-Шаханского участка, где нарастание нагрузки на крепь происходило интенсивно, отсчеты снимались через 2—3 дня. На шахтах Тентекского района, где нагрузка на крепь нарастала медленно, замеры снимались через 7—10 дней.

По результатам замеров строились эпюры нормальных давлений на крепь, позволяющие установить характер распределения нагрузки по контуру крепи, и графики изменения нагрузки на крепь в зависимости от времени (рис. 1—4).

На приведенных рисунках числа внутри выработок и на кривых изменения нагрузки во времени соответствуют номерам динамометров, установленных на замерной станции, а числа на сплошных кривых эпюр нормальных давлений — числу дней после проходки выработки. Пунктирной линией показана эпюра нормальных давлений установившейся нагрузки.

В соответствии с полученными данными замеров установлено, что характер проявления горного давления и его величина разнообразны и зависят от многих факторов.

На шахтах Караджаро-Шаханского участка уже через 2—4 дня после проходки выработки давление на крепь в большинстве случаев составляло 10—20 *т/м²*, после 10—30 дней 30—50 *т/м²*. В дальнейшем при незамкнутых конструкциях крепи нагрузка несколько спадала и стабилизировалась (см. рис. 1, 2). В этот момент обычно начиналось пучение пород подошвы выработки. При замнутых видах крепи (см. рис. 3, 4) нагрузка, достигнув максимума, оставалась постоянной весь срок наблюдения. Спад нагрузки при незамкнутых видах крепи, по-видимому, можно объяснить начинающимся пучением пород подошвы выработки.

На шахтах Тентекского района нарастание нагрузки на крепь происходило более медленно и максимальная величина ее значительно ниже, чем на шахтах Караджаро-Шаханского участка. Так, после двух лет наблюдений нагрузка со стороны кровли однопутевых выработок, пройденных в аргиллитах и закрепленных деревянной крепью, составляла 5—8 *т/м²*. Достигнув максимума, она оставалась постоянной весь срок наблюдения. Пучения пород подошвы выработок в этом районе

[1] Конструкцию динамометра см. В. В. Смирняков, В. А. Борисовец. Горное давление в подземных выработках Тентекского и Чурубай-Нуринского районов Карагандинского бассейна. Известия вузов, «Горный журнал», 1961, № 12.

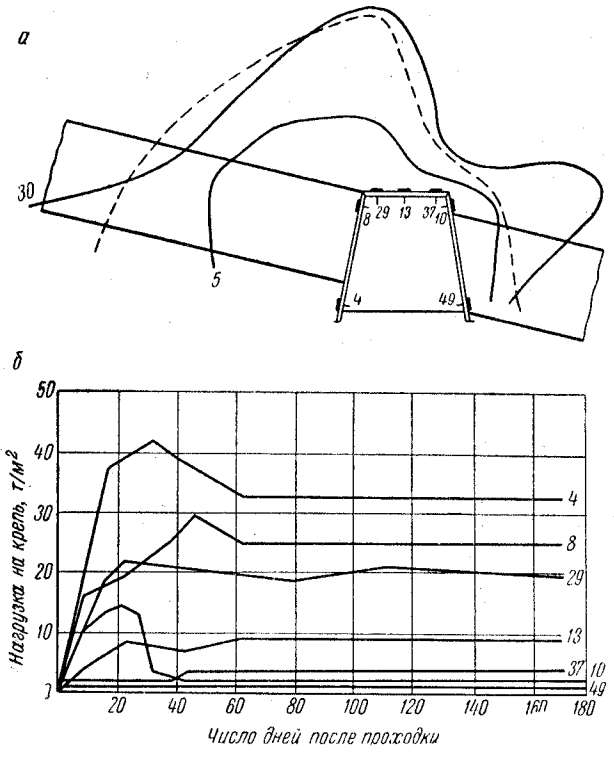


Рис. 1. Эпюры нормальных давлений (*а*) и кривые нагрузок (*б*) на деревянную крепь вентиляционного штрека по пласту D_7 шахты № 13 «Чурубай-Нуринская»

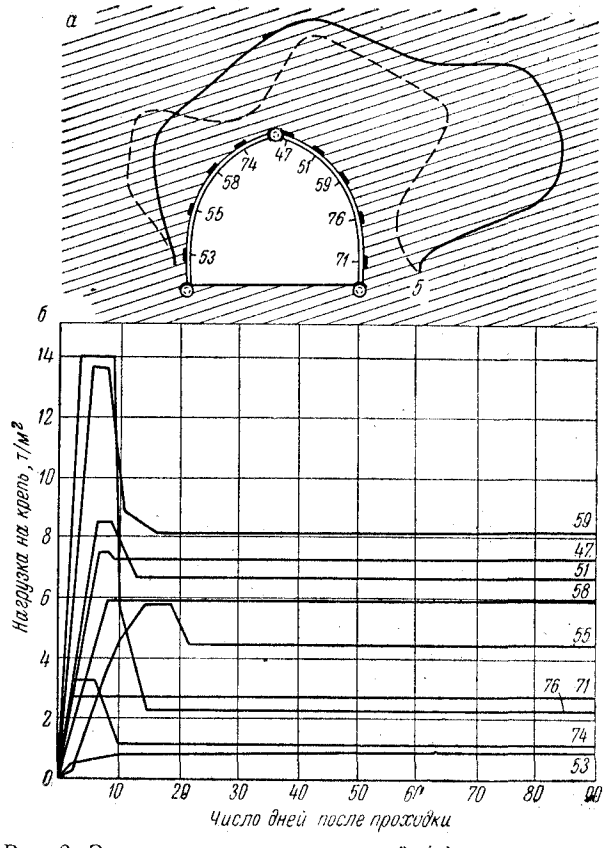


Рис. 2. Эпюры нормальных давлений (*а*) и кривые нагрузок (*б*) на трехшарнирную арочную металлическую крепь полевого вентиляционного штрека шахты № 12 «Чурубай-Нуринская»

не было. Динамометры,, установленные в выработках, пройденных в песчаниках, за двухгодичный срок наблюдений не показали никакой нагрузки даже при больших сечениях выработок (15 $м^2$ и более).

Максимальная величина нагрузки на крепь зависит также от конструкции крепи. Бо́льшее давление испытывают жесткие виды крепи и меньшее — податливые. Давление на крепь в последнем случае, очевидно, определяется величиной нагрузки, при которой происходит податливость. Податливость, в свою очередь, зависит от конструкции узла податливости.

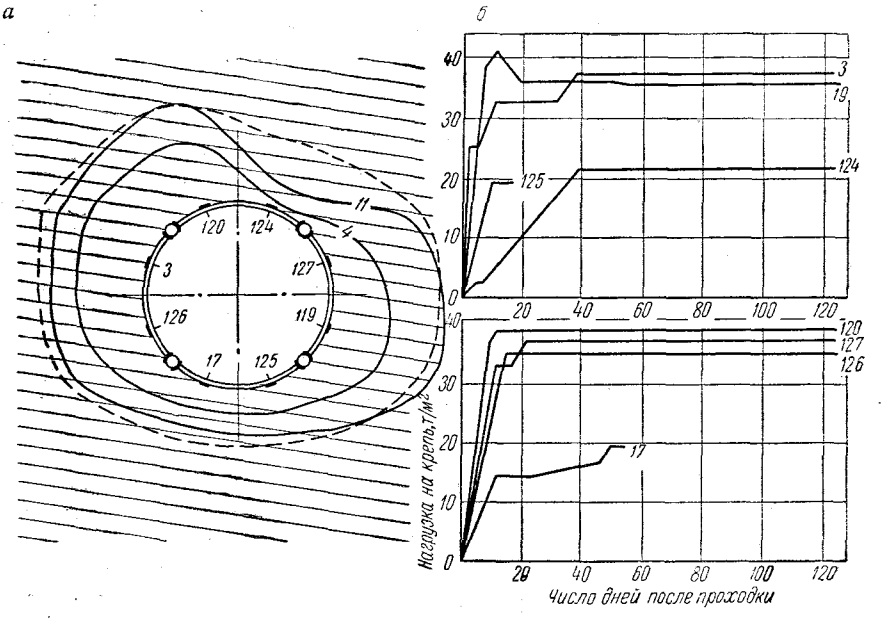


Рис. 3. Эпюры нормальных давлений (*а*) и кривые нагрузок (*б*) на четырехшарнирную кольцевую металлическую крепь полевого вентиляционного штрека шахты № 14 «Чурубай-Нуринская»

Распределение давления по контуру крепи в выработках шахт Тентекского и Чурубай-Нуринского районов неравномерно: более интенсивно оно со стороны боков выработки и пассивнее со стороны кровли. Эпюры нормального давления указывают на преобладание бокового давления. Кроме того, наблюдается некоторая неравномерность давления, связанная с характером залегания пород. Так, давление на крепь вентиляционных штреков, пройденных по пластам D_6 и D_7, как правило, больше со стороны восстания пласта, чем со стороны падения. С этим также согласуется и характер деформаций крепи.

Распределение давления по контуру крепи зависит также от конструкции крепи. Неравномерно распределяется давление по контуру обычной деревянной, сборной железобетонной с разгружающими консолями, металлической крепи прямоугольной формы поперечного сечения, кольцевой металлической крепи из спецпрофиля и др. Так, показания динамометров, установленных в разных пунктах по периметру сечения, отличаются друг от друга в несколько десятков раз. Такая неравномерность распределения давления по контуру крепи создает неблагоприятные условия для ее работы. Одни элементы крепи перегружены, другие недогружены. При разрушении под действием нагрузки перегруженных элементов вся крепь выходит из строя.

О неравномерности распределения давления по контуру крепи можно также судить по замеренным величинам податливости кольцевой металлической крепи из спецпрофиля, которые в различных узлах ко-

леблются в широких пределах. Обычно бо́льшая податливость наблюдается в узле со стороны восстания пород и незначительная — со стороны падения.

Распределение давления по контуру трехшарнирной арочной крепи более равномерно, чем при бесшарнирной жесткой. Однако и здесь неравномерность давления еще велика.

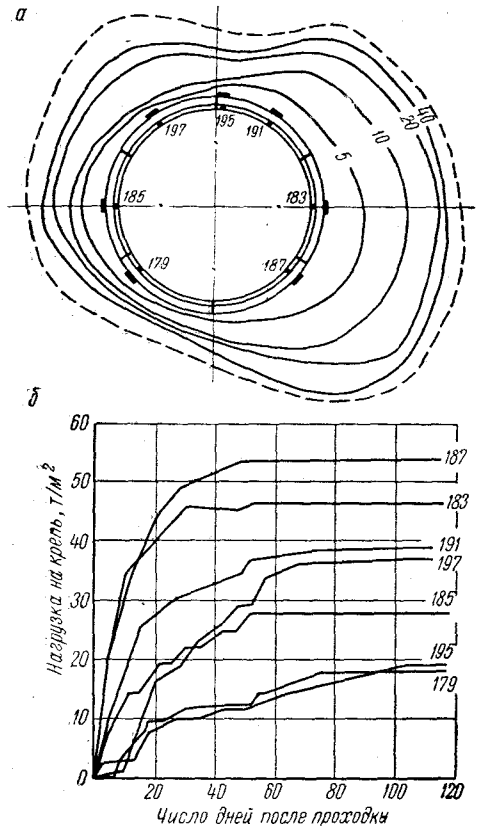


Рис. 4. Эпюры нормальных давлений (*а*) и кривые нагрузок (*б*) на шестишарнирную кольцевую сборную железобетонную крепь полевого вентиляционного штрека шахты № 14 «Чурубай-Нуринская»

Значительно лучшие результаты получаются при креплении выработок четырех-, шести и многошарнирной замкнутой крепью. Коэффициент неравномерности нагрузки (отношение максимальной нагрузки к минимальной, зафиксированной динамометрами, установленными по периметру крепи) после ее стабилизации в этом случае значительно меньше — не выше 3, а в большинстве случаев 1,5—2.

При замерах нагрузок на крепь горных выработок установлено также, что увеличение числа шарниров более 4 не снижает коэффициента неравномерности нагрузки. Поэтому для рассматриваемых условий при проходке в пучащихся породах можно рекомендовать четырехшарнирную кольцевую крепь. С другой стороны, если такая крепь будет возводиться из сборных железобетонных элементов, значительно увеличится ее вес. Поэтому во избежание трудоемкости установки, учитывая, что в настоящее время пока нет эффективных механизмов для монтажа крепи, целесообразно число шарниров в кольцевой сборной железобетонной крепи увеличить до 6.

Проведенные наблюдения позволяют получить необходимые исходные данные для разработки рационального вида крепи в новых районах строительства шахт Карагандинского бассейна.