*Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. XXXVIII, вып. 1, 1959 г.*

# ОБ УСТАНОВЛЕНИИ НОРМ УТЕЧЕК ВОЗДУХА ЧЕРЕЗ ВЫРАБОТАННОЕ ПРОСТРАНСТВО

*Ш. Х. Килькеев*

Настоящая работа ставит целью на основе шахтных наблюдений, проводившихся кафедрой рудничной вентиляции ЛГИ в течение 1953 и 1954 гг. на 75 шахтах Донбасса, установить нормальные размеры утечек воздуха через выработанное пространство. Хотя были проведены наблюдения за утечками воздуха в 65 лавах, полученного материала оказалось все же недостаточно для установления зависимости нормы утечек воздуха через выработанное пространство от величины депрессии между откаточным и вентиляционным штреками, элементов залегания пласта, характера пород кровли, глубины разработки, скорости подвигания забоя и др. Все это в той или иной степени оказывает влияние на утечки воздуха через выработанное пространство. Дать выражение, которое отражало бы зависимость величины утечек воздуха от всех указанных факторов, в настоящее время невозможно. Решение этой сложной задачи требует дополнительных исследований. Мы отказались от решения этой задачи еще и по следующему соображению: как показали наши наблюдения, утечки воздуха через выработанное пространство при изменении указанных факторов изменяются весьма незначительно — в пределах 5—6%.

Учитывая изложенное, настоящая статья представляет попытку установления средних величин утечек воздуха через выработанное пространство в зависимости от способа управления горным давлением и отчасти от схемы проветривания участка (П-образного или прямоточного).

**Методика определения утечек воздуха через выработанное пространство.** Определение утечек воздуха через выработанное пространство производилось замером количества воздуха при его следовании по откаточному штреку к лаве через определенные промежутки. Расстояние между соседними замерными станциями принималось различным в зависимости от протяженности штреков, их состояния (поворотов, сужения, расширения и т. д.), степени воздухонепроницаемости выработанного пространства и др. Первый замер, как правило, делается в начале откаточного штрека, последний — непосредственно в лаве или в 5—10 *м* от лавы. На каждой станции замерялись также температура и давление воздуха.

Замеры количества воздуха при малых скоростях движения производились путем сужения сечения выработок при помощи временных фа-

нерных перемычек. Утечки воздуха через выработанное пространство выражались в процентах от количества воздуха, поступающего в лаву,

$$p = \frac{Q_н - Q_{зам}}{Q_л} 100\%,$$

где $p$ — процент утечек воздуха, отнесенный к количеству воздуха, поступающего в лаву; [1]

$Q_н$ — количество воздуха в начале откаточного штрека, *м³/мин*;

$Q_{зам}$ — количество воздуха, определенное на каждой замерной станции, *м³/мин*;

$Q_л$ — количество воздуха, замеренное непосредственно в лаве.

Приводим результаты замеров количества воздуха и подсчетов утечек воздуха по наиболее типичным из 65 лав. Для удобства принимаем следующую классификацию обследованных лав в зависимости: 1) от угла падения пласта (лавы, разрабатывающей пологие пласты угля, и лавы, разрабатывающей пласты крутого падения); 2) от способа управления кровлей (полным обрушением, частичной закладкой с плавным опусканием кровли); 3) от схемы проветривания (П-образной или прямоточной).

**Утечки воздуха через выработанное пространство в лавах, разрабатывающих пласты пологого падения.** На пологом падении было обследовано 44 лавы. Из них на 24 лавах управление горным давлением осуществляется полным обрушением кровли, на 16 — с частичной закладкой выработанного пространства и на 4 — с плавным опусканием кровли. Схема проветривания 36 лав П-образная и 8 лав — прямоточная. Мощность разрабатываемых пластов 0,7—1,3 *м*, угол падения от 3 до 15°. Породы кровли и почвы пластов представлены глинистыми или песчанистыми сланцами и песчаниками. Длина лав 90—170 *м*.

В лавах, где управление горным давлением осуществляется полным обрушением, над откаточным штреком оставляется целик угля шириной 20 *м* или выкладывается бутовая полоса и чураковая стенка общей шириной 10—12 *м*. Под вентиляционным штреком выкладывается бутовая полоса из породы, полученной от подрывки вентиляционного штрека.

В лавах, управление горным давление которых осуществляется частичной закладкой выработанного пространства, откаточный и вентиляционный штреки поддерживаются бутовыми полосами шириной 8—12 *м*. В большинстве случаев 2-метровая стенка бутовых полос вдоль штреков выкладывается на глиняном растворе. Ширина бутовых полос, поддерживающих выработанное пространство, 4—6 *м*, расстояние между ними 3—6 *м*. Иногда над откаточным штреком, кроме бутовых полос, выкладывается чураковая стенка шириной 1 *м*. Результаты замеров количества воздуха и подсчета процента утечек воздуха по 19 лавам приведены в табл. 1.

Как видно из рис. 1, *а*, наибольшие утечки воздуха имеют место в лаве 2413 шахты им. ОГПУ и в западной лаве 13 шахты № 43 (кривые *1, 2*), где величины их соответственно равны 46 и 42,5%. Такие большие потери объясняются сравнительно небольшой длиной лав (западная лава 13 — 90 *м*) и незначительной шириной бутовых полос (8 *м*) над откаточными и вентиляционными штреками. Хотя над откаточным штреком западной лавы 13 шахты № 43 и оставляются целики угля, они не играют существенной роли в снижении утечек воздуха, так как в сбойках не возводятся изолирующие перемычки.

[1] При замере количества воздуха в лаве $Q_{зам} = Q_л$ и $p$ равно всем утечкам через выработанное пространство.

Таблица 1

## Утечки воздуха через выработанное пространство в пологопадающих лавах

| Трест, шахта, лава | Способ управления кровлей | Схема проветривания лавы | $Q_{зам}$ и $p$ по формуле (1) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | на расстоянии от лавы, м | | | | | | | | |
| | | | непосредственно в лаве | 5—10 | 25 | 50 | 75 | 100 | 150 | 200 | 250 | 400 |
| **Трест Чистяковантрацит** | | | | | | | | | | | | |
| Шахта № 43, лава западная 13 | Полное обрушение | П-образная | 308 / 42,5 | 325 / 37,5 | 365 / 27,5 | — | 405 / 8 | — | 440 / 0 | — | — | — |
| Шахта № 43, лава восточная 13 | То же | То же | 515 / 35 | 545 / 29,1 | 610 / 16,5 | — | — | 645 / 9,9 | — | 695 / 0 | — | — |
| Шахта № 2, лава западная 13 | | | 350 / 31 | 365 / 26,5 | 403 / 15,7 | — | | 424 / 9,7 | | — | — | 458 / 0 |
| Шахта № 10, лава восточная 5 | | | 453 / 26,5 | — | 495 / 15 | 520 / 11,7 | — | 545 / 6,2 | — | | 573 / 0 | — |
| Шахта № 10, лава восточная 6 | | | 540 / 22 | 552 / 19,1 | | 598 / 11 | | 620 / 6,1 | — | 643 / 3,5 | | 658 / 0 |
| **Трест Несветайантрацит** | | | | | | | | | | | | |
| Шахта им. ОГПУ, лава 2413 | | | 89 / 46 | 95 / 40 | — | 110 / 22,4 | — | 115 / 16,2 | — | 130 / 0 | — | — |
| **Трест Богураевуголь** | | | | | | | | | | | | |
| Шахта № 10, лава 20 | Частичная закладка | Прямоточная | 502 / 10,5 | — | 498 / 11,3 | | 507 / 9,5 | — | 523 / 6,5 | 543 / 2,8 | 555 / 0 | |
| Шахта № 4, лава 25 | То же | То же | 489 / 5 | — | 472 / 8,3 | 496 / 3,4 | | 513 / 0 | | — | — | — |
| Шахта № 4, лава 24 | | | 369 / 1,3 | — | 329 / 12,2 | 344 / 8,1 | — | — | 356 / 4,9 | — | 374 / 0 | |
| Шахта № 13, лава 13 | | | 511 / 10,5 | 468 / 17 | — | 550 / 3 | 565 / 0 | — | — | — | — | — |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Трест Несветайантрацит** | | | | | | | | | | | | | |
| Шахта № 5, лава 2 | | П-образная | 94<br>36,1 | 96<br>34 | — | 111<br>18 | 113<br>16 | 118<br>10,5 | | 123<br>5,3 | 128<br>0 | | |
| **Трест Первомайскуголь** | | | | | | | | | | | | | |
| Шахта „Сокологоровка", лава 7 | | То же | 80<br>20 | — | 85<br>13,7 | 94<br>2,5 | | 96<br>0 | — | — | | — | |
| Шахта № 6, лава коренная северная . . | | | 75<br>22,6 | 79<br>17,3 | 81<br>14,6 | 90<br>2,6 | — | — | 92<br>0 | — | — | — | |
| Шахта № 1—2 „Новая Голубовка", лава северная 2 | | | 165<br>23 | — | 182<br>12,7 | 198<br>3 | 201<br>1,2 | — | 203<br>0 | — | — | — | |
| **Трест Куйбышевуголь** | | | | | | | | | | | | | |
| Шахта № 13, лава западная 3 | | | 66<br>24,2 | — | 70<br>18,1 | — | 76<br>9 | — | 80<br>3 | 82<br>0 | — | — | |
| **Трест Шахтантрацит** | | | | | | | | | | | | | |
| Шахта им. Артема, лава 214 . . | | | 35<br>37,1 | 36<br>34,2 | 38<br>28 | — | 45<br>8,6 | — | — | 48<br>0 | 48<br>0 | — | |
| **Трест Куйбышевуголь** | | | | | | | | | | | | | |
| Шахта им. С. М. Кирова, лава 403 | С полным опусканием кровли | | 155<br>25,8 | 159<br>23 | — | — | 178<br>11 | — | 184<br>7,4 | — | | 195<br>0 | |
| Шахта № 144, лава 7 . | То же | | 473<br>10,1 | — | 491<br>6,3 | 495<br>5,2 | — | 498<br>4,6 | — | 520<br>0,2 | — | 521<br>0 | |
| **Трест Первомайскуголь** | | | | | | | | | | | | | |
| Шахта № 1—2 „Новая Голубовка", лава северная 4 | | | 90<br>11,1 | 91<br>10 | — | 95<br>5,5 | | 100<br>0 | | 100<br>0 | | — | |

Примечание. Здесь и в табл. 2 в числителе показано замеренное количество воздуха, в знаменателе — процент утечек воздуха.

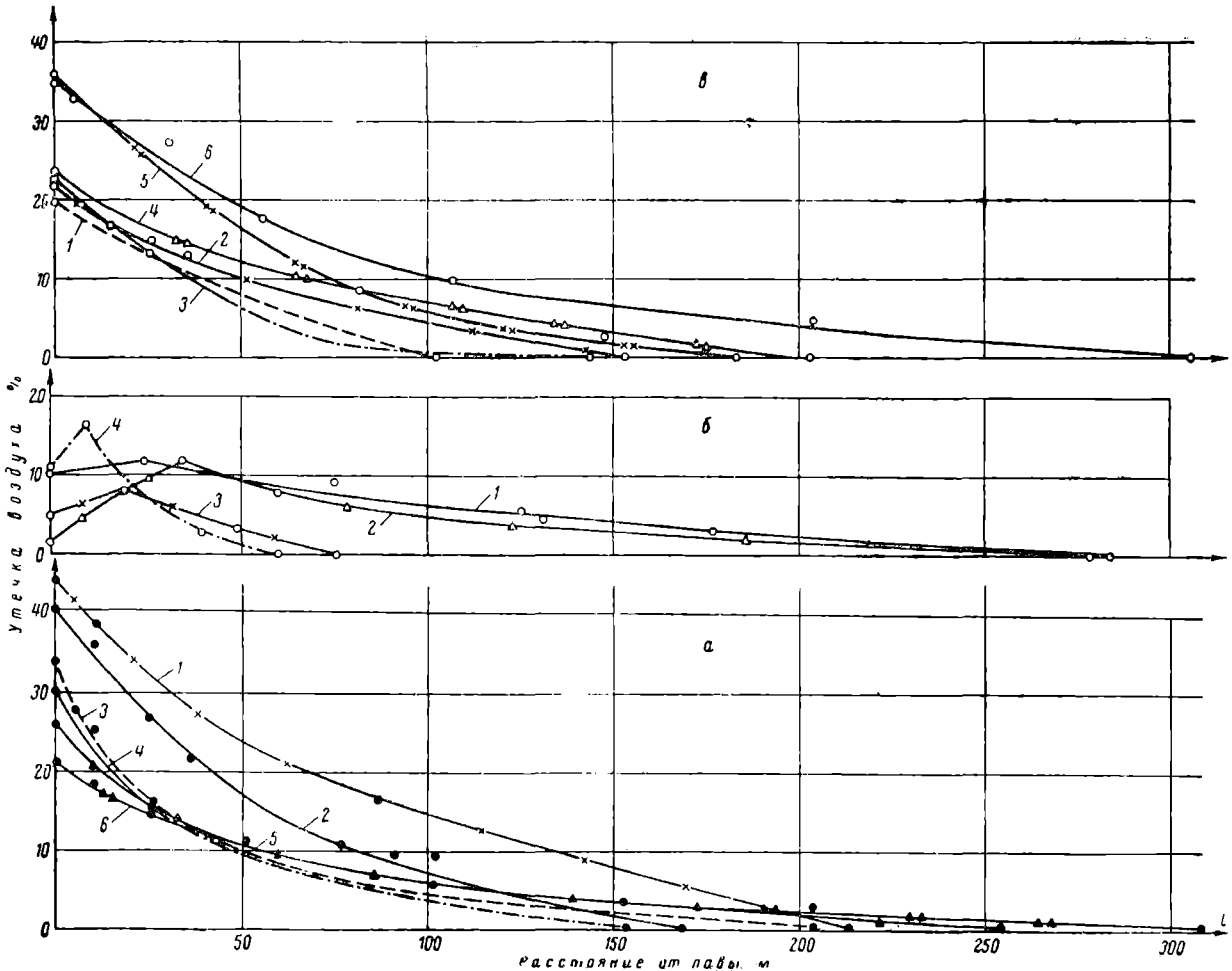



Рис. 1. Зависимость утечек от расстояния до лавы на пологом падении. При управлении горным давлением:

*а* — с полным обрушением и П-образной схемой проветривания; *1* — в лаве 2413 шахты им. ОГПУ; *2* — в западной лаве 13; *3* — в восточной лаве 13 шахты № 43; *4* — в западной лаве 13 шахты № 2; *5* — в восточной лаве 5; *6* — в восточной лаве 6 шахты № 10; *б* — с частичной закладкой и прямоточной схемой проветривания; *1* — в лаве 20 шахты № 10; *2* — в лаве 24 шахты № 4; *3* — в лаве 5 шахты № 4; *4* — в лаве 13 шахты № 13; *в* — с частичной закладкой и П-образной схемой проветривания; *1* — в лаве 7 шахты „Сокологоровка"; *2* — в северной лаве 2 шахты „Новая-Голубовка"; *3* — в коренной северной лаве шахты № 6; *4* — в западной лаве 3 шахты № 13; *5* — в лаве 214 шахты им. Артема; *6* — в лаве 2 шахты № 5

Несколько меньшие утечки воздуха наблюдаются в тех лавах, где наряду с бутовыми полосами возводятся чураковые стенки. Так, в восточной лаве 13 шахты № 43 и в западной лаве 13 шахты № 2 (кривые *3, 4)* потери воздуха составляют соответственно 35 и 31%.

Сравнивая данные по описанным выше лавам, можно сделать вывод, что возведение чураковых стенок на глине уменьшает утечки воздуха через выработанное пространство на 10—12%. Характер кривых на рис. 1, *б,* выражающих зависимость утечки воздуха от расстояния до лавы при прямоточной схеме проветривания участка, отличен от таких же кривых, полученных для лав с П-образной схемой проветривания. В данном случае на участке штрека в 20—30 *м* от забоя лавы часть воздуха, просачивающегося через выработанное пространство, вновь присоединяется к струе, омывающей очистной забой (рис. 2, *а, б).* Эта часть воздуха (притечки) полезно используется для проветривания выработанного пространства и верхней части лавы.

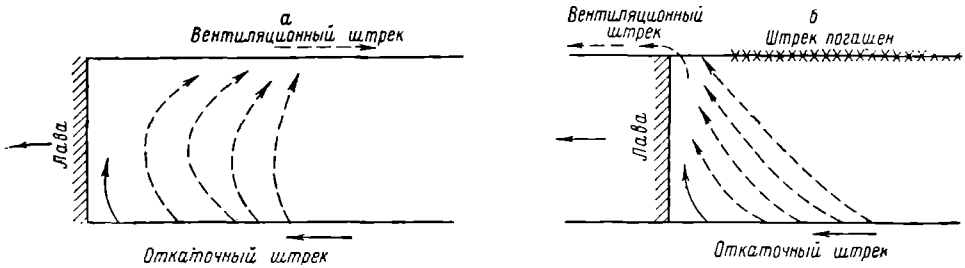



Рис. 2. Проветривание лавы:
*а* — по П-образной схеме; *б* — по прямоточной

В лавах, где управление горным давлением осуществляется с частичной закладкой выработанного пространства, потери воздуха значительно меньше, чем в лавах с управлением кровлей полным обрушением. Так, в лавах шахт № 6, 13, 1—2 и «Сокологоровка» (см. рис. 1, *в,* кривые *1—4)* эти потери составляют у забоя лавы 20—24%, на расстоянии 25 *м* от лавы — 13—15%, на расстоянии 50 *м* — 7—10%, а на расстоянии 100 *м* составляют всего 4—5%.

Несколько большие потери воздуха в лавах 2 и 214 (см. рис. 1, *в,* кривые *5, 6)* объясняются сравнительно небольшой длиной этих лав (77 и 120 *м).*

**Утечки воздуха через выработанное пространство в лавах на крутом падении.** На крутом падении была обследована 21 лава. Из них на 15 управление горным давлением осуществляется полным обрушением кровли, на 2 — с полной закладкой выработанного пространства и на 4 — с плавным опусканием кровли. Схема проветривания лав П-образная. Мощность пластов 0,7—1,8 *м,* угол падения 45—66° Боковые породы представлены глинистыми или песчанистыми сланцами и песчаниками. Результаты замеров количества воздуха и подсчета утечек воздуха по семи лавам приведены в табл. 2.

Как видно из рис. 3, *а,* утечки воздуха в лавах, в которых управление горным давлением осуществляется полным обрушением, начинают обнаруживаться в 200—250 *м* от забоя лавы. В 50 *м* от лавы они составляют 25—30%, а у забоя лавы — 30—35% и даже 48% (лава участка 7 шахты «Кочегарка»).

Значительно меньше потери воздуха в лавах при полной закладке. Так, в лаве участка 7 шахты № 19—20 (рис. 3, *б)* величина потерь воздуха на всем протяжении штрека не превышает 15%.

Таблица 2

## Утечки воздуха через выработанное пространство в крутопадающих лавах

| Трест, шахта, лава | Способ управления кровлей | Схема проветривания лавы | $Q_{зам}$ и $p$ по формуле (1) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | непосредственно в лаве | на расстоянии от лавы, м | | | | | | | | | |
| | | | | 5—10 | 25 | 50 | 75 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 400 |
| **Трест Горловскуголь** | | | | | | | | | | | | | |
| Шахта „Комсомолец", лава участка 4 | Полное обрушение | П-образная | 340 / 14,7 | | 370 / 6 | — | | 385 / 1,5 | — | — | 390 / 0 | | 390 / 0 |
| Шахта № 19—20, лава участка 4-бис | То же | То же | **40** / 45 | | 45 / 32,5 | | | | 56 / 5 | 56 / 0 | 58 / 0 | | — |
| Шахта „Кочегарка", лава участка 7 | | | 66 / 48,5 | | — | 81 / 25,7 | | 90 / 12,1 | — | 96 / 3 | | 98 / 0 | — |
| Шахта „Кочегарка", лава участка 10 | | | 271 / 30 | | | — | 319 / 12,5 | — | 326 / 10 | 341 / 4,5 | — | 353 / 0 | — |
| Шахта № 19—20, лава участка 10 | Полная закладка | | 200 / 15 | — | 210 / 10 | 215 / 7,5 | 220 / 5 | | | 230 / 0 | — | 230 / 0 | — |
| Шахта „Комсомолец", лава участка 19 | С полным опусканием кровли | | 180 / 14 | 185 / 11 | — | — | 195 / 5,5 | — | — | 205 / 0 | — | | |
| **Трест Первомайскуголь** | | | | | | | | | | | | | |
| Шахта № 6—7 ПДР, лава западная 1 | То же | | 186 / 8,6 | — | 190 / 6,4 | — | 196 / 3,2 | — | 202 / 0 | | 202 / 0 | | |

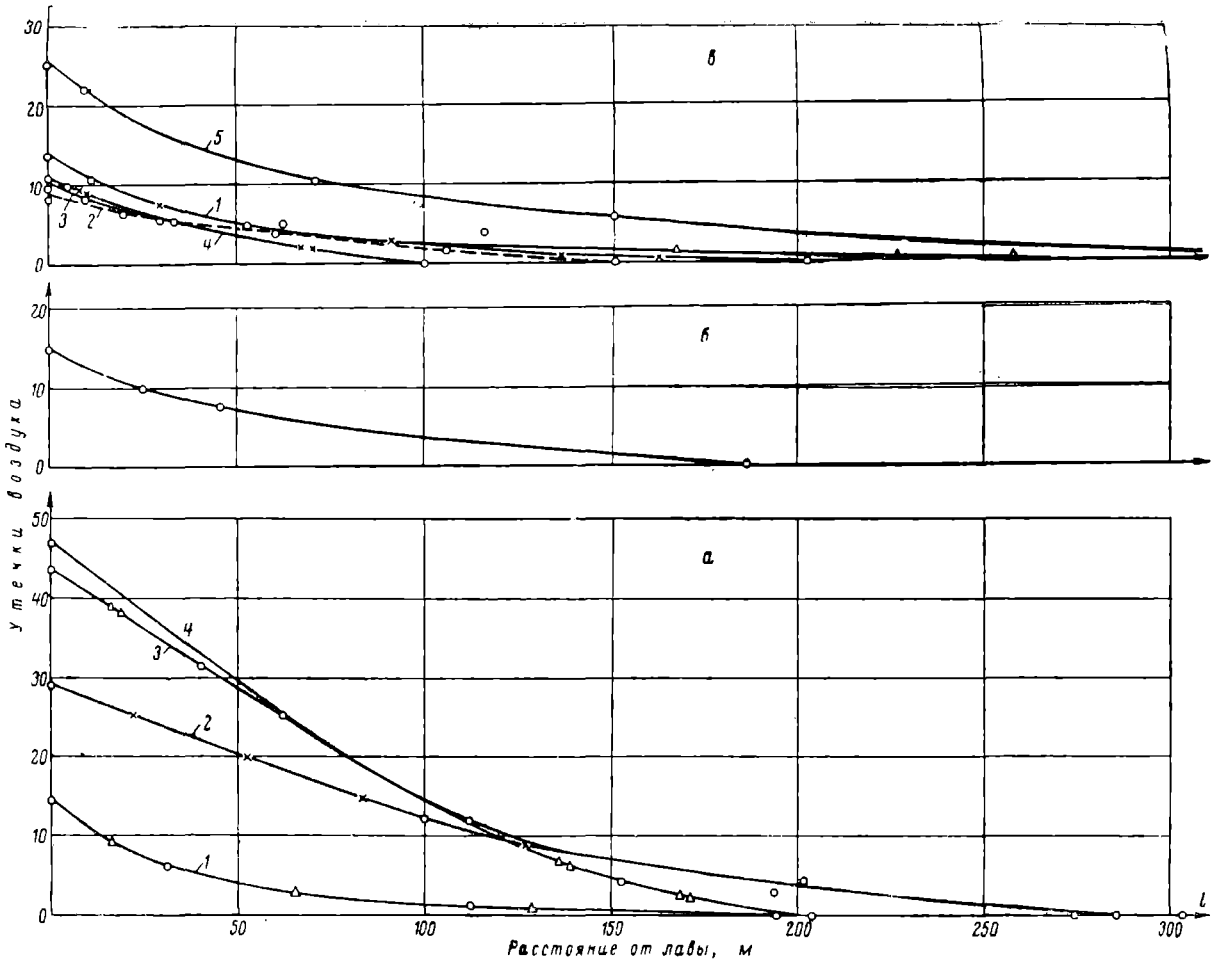



Рис. 3. Зависимость утечек от расстояния до лавы на крутом падении. При управлении горным давлением:

*а* — с полным обрушением; *1* — в лаве V шахты „Комсомолец"; *2* — на участке 10 шахты „Кочегарка"; *3* — на участке 4-бис шахты 19—20; *4* — на участке 7 шахты „Кочегарка"; *б* — с полной закладкой в лаве 10 шахты № 19—20; *в* — с полным опусканием кровли; *1* — на участке 19 шахты „Комсомолец"; *2* — в западной лаве 1 шахты № 6—7; *3* — в лаве 7 шахты № 144; *4* — в северной лаве 4 шахты № 1—2; *5* — в лаве 403 шахты им. С. М. Кирова

Утечки воздуха в лавах, где управление горным давлением осуществляется плавным опусканием кровли, начинают проявляться на расстоянии 300—350 *м* (рис. 3, *в*). Однако в 50 *м* от лавы они составляют лишь 5%, а на всем протяжении штрека всего 10%. Практически можно считать, что при этом способе управления горным давлением весь воздух, поступающий на откаточный штрек, доходит до лавы.

## Выводы

1. Утечки воздуха через выработанное пространство обнаруживаются в 350—400 *м* от лавы. Однако на таком расстоянии величина их незначительна и не превышает 3—4% от количества воздуха, доходящего до лавы. Основные же потери воздуха при всех способах управления горным давлением происходят на участке штрека в 50—100 *м* от лавы.

2. Целики угля размерами 3 × 3 и 5 × 5 *м*, оставляемые над откаточным и под вентиляционным штреками в крутопадающих лавах с управлением горным давлением полным обрушением, недостаточны: они сравнительно быстро разрушаются и пропускают много воздуха.

3. При выкладывании вдоль откаточного штрека чураковой стенки на глиняном растворе (с периодической промазкой) вместе с бутовой полосой шириной 10—12 *м* и бутовой полосой под вентиляционным штреком шириной 10 *м* достигается снижение утечек воздуха в пологопадающих лавах с управлением кровлей полным обрушением до 30%, а в лавах с управлением кровлей частичной закладкой до 15—18%.

4. Для практического пользования можно принять следующие средние величины утечек воздуха через выработанное пространство.

На пологом падении: а) в лавах с управлением кровлей полным обрушением и с выкладыванием над откаточным штреком бутовой полосы и чураковой стенки общей шириной 10—12 *м*, а также бутовой полосы под вентиляционным штреком — 25—30%, б) в лавах с управлением кровлей частичной закладкой выработанного пространства и при поддержке откаточного и вентиляционного штреков, аналогично пункту «а», — 15—18%; в) в лавах с управлением кровлей частичной закладкой и прямоточной схемой проветривания — 5—6%.

На крутом падении: а) в лавах с управлением кровлей полным обрушением и с оставлением целиков над откаточным и вентиляционным штреками достаточных размеров — 35—40%; б) в лавах с применением полной закладки выработанного пространства — 15%; в) в лавах с применением плавного опускания кровли — 10%.