Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. XLII, вып. 1, 1960 г.

ТРУБЧАТАЯ ШТАНГОВАЯ КРЕПЬ С ОБРАЗОВАНИЕМ ЗАМКА ВЗРЫВОМ[1]

Б. И. Емельянов, Г. К. Деметриадес, О. В. Тимофеев

Применение штанговой крепи для борьбы с пучением пород в горных выработках на шахтах Донбасса показало, что обычные замки штанг не обеспечивают в глинистых породах надежного закрепления. Усилия вытягивания их при испытаниях не превышали 1—1,5 *т*, что для металлических штанг совершенно недостаточно. Поэтому для борьбы с пучением глин в выработках шахт Подмосковного бассейна авторами предложена металлическая трубчатая штанговая крепь.

Штанги изготовляются из труб (газовых или бесшовных) диаметром 25—32 *мм* (см. рис. 1, *а*). Нижний конец трубы *1* оформляется в виде конуса *2*, верхний имеет буртик *3* для удержания металлической опорной плитки *4*.

Трубчатые штанги предложены в основном для крепления подошвы выработок при наличии в ней глин, склонных к пучению. Но они могут быть применены и в боках выработки. Штанги устанавливаются в скважины, пробуренные электросверлом, затем в них вводится малый заряд ВВ в специальной деревянной оболочке и взрывается огневым или электрическим способом. В результате взрыва труба в замковой части расширяется и закрепляется в стенках скважины. Принципиальной особенностью рассматриваемой трубчатой штанговой крепи является возможность заполнения образовавшегося при взрыве камуфлета *5* песчано-цементным раствором, который образует прочную головку, предотвращающую течение глины внутрь полости (рис. 1, *б*).

Испытание трубчатых штанг сначала в лабораторных, а затем в шахтных условиях показало возможность их практического применения для указанной цели. Серия лабораторных опытов была направлена на отыскание типа ВВ и веса заряда для образования необходимого уширения штанги (см. таблицу). Испытания проводились с зарядами аммонитов № 7 и № 6 и динамона (аммиачная селитра 90%, угольная пыль или толченая древесная кора 10%).

Величина раздутия трубы при удачно подобранных зарядах превышает наружный диаметр штанги в 2—3 раза, что вполне достаточно для надежного закрепления. Наиболее равномерное раздутие труб без по-

[1] В статье освещается один из вопросов темы по борьбе с пучением пород в Подмосковном бассейне, выполняемой кафедрой строительства горных предприятий Ленинградского горного института под научным руководством Б. В. Бокия.

перечных разрывов наблюдалось при использовании динамона, имеющего меньшую бризантность, чем аммониты № 7 и № 6 (рис. 2, *а*). При

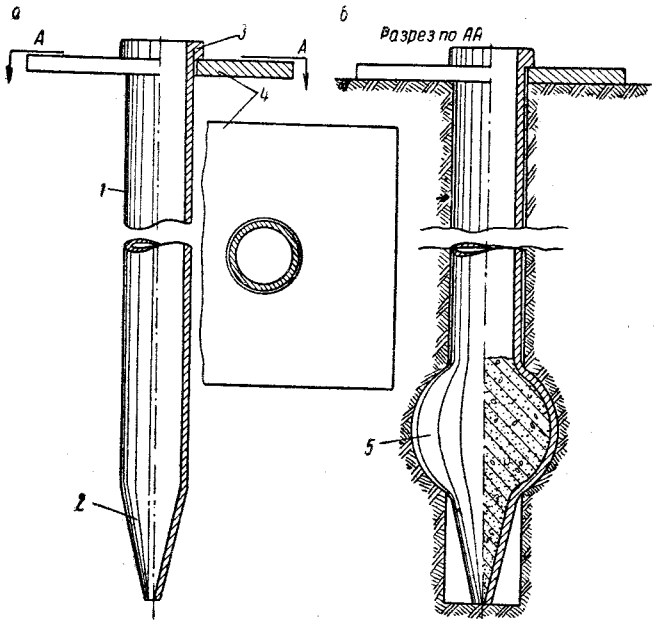


Рис. 1. Металлическая трубчатая штанга с развальцовыванием замка взрывом и заполнением камуфлета бетоном

аммонитах, кроме продольных разрывов труб, часто наблюдались и поперечные (рис. 2, *б*), что недопустимо. Продольный разрыв труб по шву

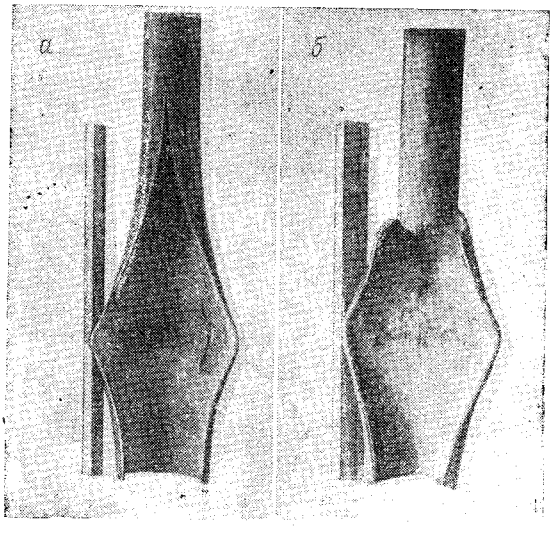


Рис. 2. Раздутие газовой трубы при взрыве с раскрытием: *а* — продольного шва трубы; *б* — шва трубы и поперечным разрывом

при незамедлительном последующем заполнении камуфлета бетоном не снижал прочности закрепления замка штанги.

Лабораторные испытания проводились в металлической трубе, наполненной плотно утрамбованной глиной. В первых семи опытах применялись заряды ВВ в бумажных самодельных гильзах. В последующих опытах заряды с капсюлями-детонаторами помещались в специальную деревянную оболочку (рис. 3).

Таблица

Результаты опытов при выборе типа ВВ и величины зарядов для трубчатой штанговой крепи

Параметры штанг			Параметры зарядов ВВ				Характер деформаций штанги (трубы) после взрывания	Величина раздутия, *мм*
тип труб	диаметр, *мм* наружный	диаметр, *мм* внутренний	наименование ВВ	вес, *г*	диаметр, *мм*	длина, *мм*		
В лаборатории								
Стальные газовые . . .	42,25	35,75	Аммонит № 7	10	32	12	Раздутие с разрывом шва	111
То же	42,25	35,75	То же	5	32	6	Раздутие с разрывом шва и поперечным разрывом	127
. . . . .	42,25	35,75	.	8	32	8	Раздутие с разрывом шва	117
Стальные цельнотянутые	38	30	.	8	28	20	Равномерное раздутие	44
То же	38	30	.	12	28	30	Поперечный разрыв штанги	—
Стальные газовые . . .	42,25	35,75	.	5	30	15	То же	—
То же	42,25	35,75	.	4	12	50	Раздутие с разрывом шва	83
. . . . .	42,25	35,75	Аммонит № 6	7	16	35	Раздутие с разрывом шва и поперечным разрывом	119
. . . . .	42,25	35,75	То же	5	16	25	Раздутие с разрывом шва	46
. . . . .	42,25	35,75	Аммонит № 7	10	16	55	То же	115
. . . . .	42,25	35,75	То же	7,5	16	40	Раздутие с разрывом шва и поперечным разрывом	115
. . . . .	42,25	35,75	Динамон	7,5	16	40	Раздутие с разрывом шва	68
. . . . .	42,25	35,75	То же	7,5	16	40	То же	62
. . . . .	42,25	35,75	.	8,5	16	40	.	80
В шахте								
Стальные газовые . . .	42,25	35,75	Динамон	10	18	65	Раздутие с разрывом шва	90
То же	42,25	35,75	То же	10	18	65	То же	100
. . . . .	42,25	35,75	.	12	18	75	.	120
. . . . .	42,25	35,75	.	12	18	75	.	118

По данным шахтных испытаний трубчатых штанг (см. таблицу) были приняты заряды из динамона весом по 12 *г* (диаметр 18 *мм*, длина

75 *мм* по внутреннему размеру деревянной оболочки). В процессе шахтных испытаний определялась несущая способность трубчатых штанг по усилию вытягивания из скважины.

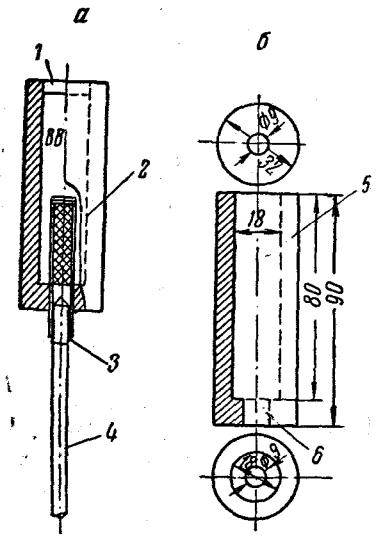


Рис. 3. Заряд (*а*) в деревянной оболочке (*б*) для развальцования штанг:
1 — пыж и деревянная пробка; *2* — деревянная оболочка; *3* — капсюль-детонатор; *4* — о непроводный шнур; *5* — полость; *6* — отверстие

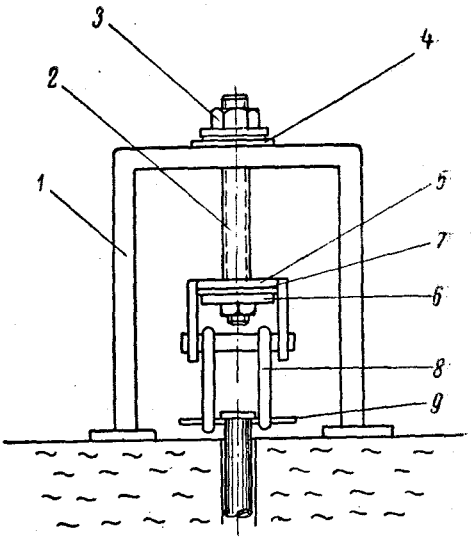


Рис. 4. Схема прибора для испытания штанг на вытягивание:
1 — станина; *2* — подъемный винт; *3* — гайка; *4* — упорный подшипник; *5*, *6* — верхний и нижний металлические диски; *7* — резиновая прокладка между дисками; *8* — две серьги из арматурного железа; *9* — опорная плитка

Схема прибора, разработанного авторами для этой цели, представлена на рис. 4. При вращении гайки *3* подъемный винт *2* поднимается, передавая вытягивающее усилие на штангу через резиновую про-

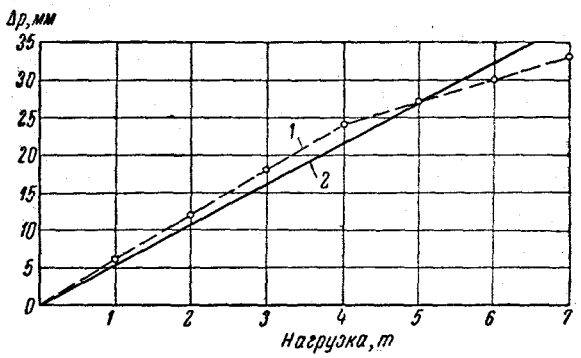


Рис. 5. График тарирования резинового кольца:
1 — фактический; *2* — теоретический (Δ*p* — увеличение периметра)

кладку 7. При этом прокладка сжимается, в результате чего увеличивается ее периметр, измерение которого характеризует усилие, передаваемое на штангу. Резиновые кольца толщиной 10 *мм* с наружным диаметром 125 *мм*, внутренним диаметром 30 *мм* и наружным периметром 394 *мм* были предварительно оттарированы на прессе.

Тарировочный график представлен на рис. 5. Между нагрузкой и изменением периметра получена практически линейная зависимость. Периметр кольца при испытаниях измерялся специально приспособленной рулеткой с миллиметровыми делениями. Опыты с трубчатыми штангами в шахтных условиях были проведены в две серии. В обеих сериях опытов штанги вытягивались на 60—70 *мм*.

Первая серия опытов. Использовались штанги из газовых труб диаметром 32 *мм*, длиной 2 *м*. Для образования камуфлета применялся заряд динамона весом 12 *г*. Замковая часть штанг закреплялась в плотной серой сильно обводненной глине с прожилками песка. Камуфлеты заполнялись цементно-песчаным раствором с добавкой $CaCl_2$. В большинстве скважин была вода, что требовало гидроизоляции зарядов и при заполнении камуфлета приводило к разделению раствора на фракции и снижению прочности бетона. Испытание штанг на вытягивание производилось через трое суток после установки. В результате периметр резинового кольца для трех подвергшихся испытанию штанг соответственно увеличился на 25, 26 и 25 *мм*. Как видно из графика рис. 5, такое увеличение периметра резиновой прокладки соответствует несущей способности штанг в 4,5—5 *т*.

Вторая серия опытов. Для испытания штанг был выбран такой участок выработки, где замковая часть закреплялась в плотной серой влажной глине без песка. Штанги были из тех же труб длиной 1,8 *м*. Для образования камуфлетов применялся заряд динамона того же веса, что и в первой серии. Учитывая наличие влаги, камуфлеты заполнялись сухой цементно-песчаной смесью с добавлением $CaCl_2$. Через трое суток периметр резинового кольца Δp соответственно для трех штанг увеличился на 30, 30 и 31 *мм*. Это отвечает несущей способности штанг порядка 6 *т*.

При наличии в глинистых породах обводненных прослойков, вода из которых попадает в скважины, необходимо тщательно гидроизолировать заряды ВВ. В противном случае динамон и аммониты быстро отсыревают и заряд либо совсем не взрывается, либо взрывается с резко ослабленным эффектом, вследствие чего не обеспечивается нормального закрепления штанг.

Трубчатая штанговая крепь в отличие от обычных железобетонных штанг может нести нагрузку сразу же после установки и заполнения камуфлета бетоном. Полная несущая способность достигается после твердения бетона в камуфлете, что при добавлении ускорителей схватывания обеспечивается через 1—3 суток.

Проведенные опыты дают основание полагать, что крепь рассмотренной конструкции может найти применение для борьбы с пучением подошвы и боков выработок, при наличии слабых глинистых пород и глин. В таких породах узким местом для всех видов штанговой крепи, устанавливаемой в подошву выработок, является бурение нисходящих скважин под штанги. Обычное вращательное бурение электросверлами крайне неэффективно из-за очень плохой выдачи выбуренной породы. В настоящее время нами разрабатываются приспособления для вращательного бурения с продувкой, что может решить этот вопрос.

Существенным достоинством трубчатых штанг является возможность их погружения в глины с помощью легкого вибратора, минуя стадию бурения. Такой вибратор создан и в ближайшее время будут проведены его испытания.