

*д.т.н. Литвинский Г.Г.  
(ДонДТУ, г. Алчевск, Украина)*

**ОСНОВОПОЛОЖНИК ОТЕЧЕСТВЕННОЙ НАУКИ  
О ГОРНОМ ДАВЛЕНИИ  
(Памяти проф. М.М. Протодьяконова посвящается)**

*Приведені початкові етапи розвитку науки про гірський тиск. Дані автори основних гіпотез склепіннь природної рівноваги. Дано коротку біографію М.М. Протодьяконова як засновника у вітчизняній науці вчення про гірський тиск. Оцінено його науковий внесок у розвиток гірничої геомеханіки.*

***Ключові слова:** гірський тиск, етапи розвитку, склепіння природної рівноваги, автори гіпотез, проф. М.М. Протодьяконов, науковий внесок, засновник, гірнича геомеханіка.*

*Показаны истоки и начальные этапы развития науки о горном давлении. Приведены авторы основных научных гипотез сводов естественного равновесия. Дана краткая биография основоположника учения о горном давлении в отечественной науке проф. М.М. Протодьяконова. Оценен его научный вклад в развитие горной геомеханики.*

***Ключевые слова:** горное давление, этапы развития, своды естественного равновесия, авторы гипотез, проф. М.М. Протодьяконов, научный вклад, основоположник, горная геомеханика.*

**1. Введение**

В 2010 г. мы отмечаем 100-летие выхода серии научных трудов проф. Михаила Михайловича Протодьяконова о горном давлении на крепь выработок, 80-летие публикации его книги «Давление на крепь горных выработок» [1], и 80 лет со дня его преждевременной кончины. Естественно задать вопросы: кто был проф. М.М. Протодьяконов, в чём научная значимость его исследований?

Ещё со времён промышленной революции (XVIII—XIX вв.), начало которой было связано с изобретением эффективного парового двигателя Дж. Уаттом в Англии во второй половине XVIII века, горная промышленность из-за резко возросшего объёма добычи полезных ископаемых столкнулась с проблемой обеспечения безопасности работ. В первую очередь это было связано с обрушениями пород в горные выработки, которые происходили в массовых масштабах и сопровождалась

гибелью горняков. Вот почему горные инженеры и учёные настойчиво пытались создать методы расчёта и прогноза поведения пород в горных выработках.

Опыт подземных работ и анализ обрушений пород показал, что в кровле выработки образуются сводообразные зоны разрушенных пород, которые оказывают давление на крепь горных выработок. Уже в середине XIX в. возобладала точка зрения, что после своего образования своды обрушения приобретают устойчивую форму, что дало основание называть их сводами естественного равновесия (далее СЕР). Различные учёные по-разному пытались предугадать размеры и вес сводов обрушения, чтобы определить возможную нагрузку на крепь со стороны разрушенных пород.

Научно обоснованные гипотезы о горном давлении в изобилии начинают появляться в разных странах с середины XIX в. Вначале, когда глубины были малыми, полагали, что на крепь выработки давит полный вес столба породы над ней. Шульц (1867) рассматривал пласт породы в кровле выработки как изгибающуюся балку. В. Риттер (1879) определял уравнение кривой свода оторвавшихся от массива пород, давящего на крепь под собственным весом. Греггер (1881) пытался определить давление на крепь по излому установленной крепи. Энгессер (1882) на основе лабораторного моделирования сводообразования в сыпучих телах определил условия образования сводов, считая их форму параболической; Фейоль (1885) провёл лабораторные опыты и шахтные наблюдения за изгибом и расслоением пластов на различном удалении от кровли. Биргбаумер (1892) предполагал, что на крепь выработки давит вес жёсткого столба пород над выработкой, который частично удерживается боковыми силами трения. Манцель (1894) показал наличие в породном массиве значительных напряжений, способных разрушить любую крепь. Янсен (1895) решил дифференциальное уравнение равновесия сыпучего в силосе с учётом боковых распорных напряжений. Коммерель (1912) считал, что своды имеют параболическую форму и их высоту следует определять по прогибу кровли выработки.

Здесь как нельзя более уместны слова М.М. Протодяконова «...Обозревая изложенные теории, приходится прежде всего удивляться их необычайному разнообразию: что ни автор – то новое представление о характере происходящих явлений. Одни рассматривают породы как сплошные упругие тела, другие – как тела, лишённые связи между частями, один строит свои рассуждения на предположении об образующемся естественном своде равновесия, другой – об опускающемся с трением столбе, третий – об отрывающемся от общей массы некотором объёме породы и т.п. И это не различные случаи задания, а различные представления об одном и том же...»

Проф. М.М. Протодяконов внес на заре XX в. неоценимый вклад в теорию и практику горного дела [1], предложив в своей докторской диссертации наиболее простую и удобную гипотезу образования свода естественного равновесия. Она настолько удачно обобщила накопленный к тому времени научный задел и производственный опыт ведения горных работ, что сумела не потерять своего значения до настоящего времени. Это факт является почти беспрецедентным в расчетной практике прикладных наук. Для своих молодых коллег я привожу здесь краткую историческую справку.

## **2. Вклад проф. М.М. Протодяконова в горную геомеханику**

Проф. М.М. Протодяконова по праву можно считать основателем отечественной школы механики горных пород (горной геомеханики).

Михаил Михайлович Протодяконов родился 22 сентября 1874 г. в Оренбурге в семье заведующего ремесленным училищем. В 1882 г. семья переехала на Нижне-Тагильский завод, где его отец начал работать инспектором народных училищ, а в 1889 г. — в Златоуст (рисунок 1) Южный Урал.



Рисунок 1 – Общий вид Златоустовского завода и собора во имя Трех Святителей

Среднее образование М. М. Протодяконов получил вначале в Екатеринбургской, а затем в Уфимской гимназиях. В 1893 г. он поступил на физико-математический факультет Петербургского университе-

та, а со второго курса перешёл в Петербургский горный институт (рисунок 2) и окончил его в 1899 г.

Через три дня после получения звания инженера он был арестован и привлечён к дознанию по делу «Союза борьбы за освобождение рабочего класса» до конца 1899 г., затем ряд лет оставался под надзором полиции. Поэтому возможность поступления на государственную службу была для него исключена.



Рисунок 2 – Горный институт Императрицы Екатерины, С.-Петербург (1900)

Практическая работа молодого горного инженера началась в качестве руководителя эксплуатацией на серебряно-свинцовых рудниках Терского горнопромышленного общества (Урал). Он также вёл строительство гидротехнических сооружений и начал публиковать первые свои работы.

После снятия политического надзора в 1904 г. М. М. Протодьяконов получил возможность перейти на педагогическую работу и приехал в Екатеринославль (ныне Днепрпетровск), где начал работать в высшем горном училище (сейчас Национальный горный университет) ассистентом по горному искусству у проф. А. М. Терпигорева (рисунок 4). Через год он уехал в научную командировку за границу, а в 1908 г. защитил в Петербургском горном институте диссертацию «Давление горных пород на рудничную крепь», после чего был избран экстраординарным, а затем ординарным профессором Екатеринославского высшего горного училища (рисунок 3 и 4). Интересен исторический факт, что в основании ЕВГУ принял активное участие А.К. Алчевский (1835-

1901) и по его просьбе его зять, академик архитектуры А.Н. Бекетов, спроектировал главный корпус училища.



Рисунок 3 – Екатеринославский горный институт императора Петра I в 1912 г. (ныне – НГУ)



Рисунок 4 – Ассистент на кафедре проф. А.М. Терпигорева

1908 – 1914 гг. были периодом напряжённой педагогической и научной работы М. М. Протодьяконова. Он принял участие в создании многотомного капитального труда «Описание Донецкого бассейна». Но славу учёного-горняка ему создали, прежде всего, работы о расчёте рудничной крепи и горном давлении, которые, начиная с 1906 г., непрерывно публикуются в «Записках Екатеринославского технического об-

щества», в «Известиях Екатеринославского высшего горного училища», в «Горнозаводском листке» и в «Горном журнале».

Творческая работа М. М. Протодяконова прервалась в 1914 г. в связи с тяжёлой болезнью: туберкулёзом позвоночника и полупараличом ног. На четыре года он полностью прекратил работу, находясь на лечении вначале в Крыму, а затем в Средней Азии.

В 1918 г., несколько поправив своё здоровье, он начал преподавать в Среднеазиатском университете, организатором которого он и являлся (1918). Здесь он опубликовал ряд важных работ по горному давлению, рудничному креплению, проветриванию, нормированию горных работ, а в 1925 г. был приглашён профессором в Московскую горную академию (рисунки 5 и 6). М. М. Протодяконов обладал способностью излагать самые сложные теоретические вопросы простым языком; его лекции увлекали слушателей, а в аудиториях, где он читал, часто не хватало мест для желающих его послушать.

Наряду с этим, М. М. Протодяконов принимал участие в работе государственных учреждений горной промышленности. С 1918 по 1923 г. он заведовал секцией и состоял консультантом Высшего совета народного хозяйства; с 1926 г. работал в Среднеазиатском отделении Геологического комитета, был членом президиума Среднеазиатского Госплана и консультантом треста «Средазуголь». В 1928 г. М. М. Протодяконов избран председателем Среднеазиатского бюро инженерно-технической секции Союза горнорабочих СССР.



Рисунок 5 – Московская горная академия (ныне МГТУ)



Рисунок 6 –М.М. Протодьяконов с женой Зоей Николаевной Холмской, дочерью Златой и сыном Мишей (1925 г.)

Михаил Михайлович постоянно был загружен работой, занимавшей у него 14—15 часов в сутки. Даже когда у него отнялись ноги, он, лёжа в постели, не прекращал работу. Но его здоровье прогрессивно ухудшалось, и 5 апреля 1930 г., в возрасте всего лишь 56 лет, М. М. Протодьяконов скончался. Умер М. М. Протодьяконов в Ташкенте в 1930 году, похоронен на Боткинском кладбище города (рисунок 7).

Главное место в исследованиях М. М. Протодьяконова занимают вопросы горного давления. В то время, были известны многие гипотезы горного давления, часто противоречащие не только друг другу, но и данным практики. Поэтому горным инженерам приходилось опытным путём подбирать необходимые виды и размеры крепления выработок.

Первой важной задачей перед каждым исследователем было остановиться на оценке прочности пород. Но как это сделать при отсутствии теоретических исследований и лабораторной базы? Большой заслугой М.М. Протодьяконова было предложить и обосновать единый прочностной параметр породы в виде так называемого «коэффициента крепости»  $f$ , который характеризует способность породы сопротивляться разрушению. Он делает важное научное обобщение: «Мы вправе приближённо считать, что если какая-нибудь порода крепче другой в некоторое число раз в одном каком-нибудь отношении, например, при бурении, то во столько же раз она будет крепче и во всяком другом отношении, например, при взрывании, в отношении давления на крепь и т. д.».



Рисунок 7 – Храм Александра Невского на Боткинском кладбище в Ташкенте

собой задачу дать не качественную, а количественную гипотезу, получить «расчётные формулы, удобные для пользования и точные постольку, поскольку это требуется жизнью». Его гипотеза о давлении горных пород на крепь в виде параболического свода вошла в большинство учебников и теперь известна каждому горному инженеру.

Большое место в работах М. М. Протодьяконова занимала разработка вопросов проветривания горных выработок. Выход в свет в 1911 г. его труда «Проветривание рудников», который отличался ясным и простым изложением, был крупным событием в развитии горной науки и выдержал

Таким образом, М. М. Протодьяконов (рисунок 8) впервые дал универсальную базовую характеристику горных пород как основу для расчётов различных горных процессов. Это было для того времени важным и прогрессивным вкладом в развитие горной геомеханики. Коэффициент крепости, несмотря на свою условность, использовался более 100 лет в практике ведения горных работ!

Большим научным достижением М. М. Протодьяконова является разработка гипотезы о давлении горных пород, основанная на коэффициенте крепости горных пород. Он поставил перед

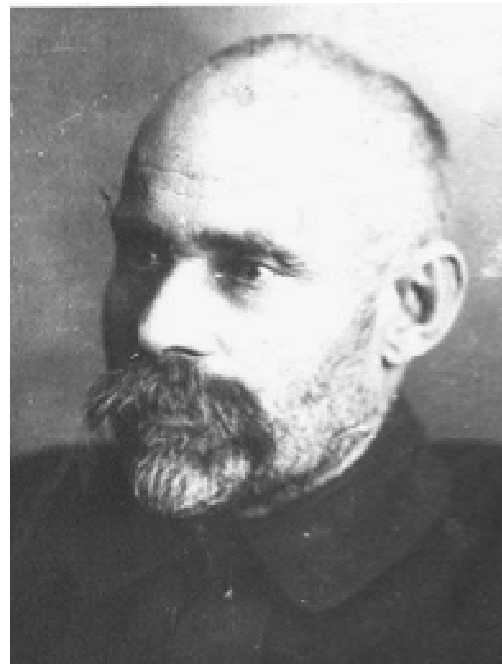


Рисунок 8 – Проф. М.М. Протодьяконов в 20-е годы XX в.



за короткий срок пять изданий. Своё слово было им сказано и в теории резания горных пород.

М. М. Протодьяконов предостерегал против переоценки разработанных им приёмов, ясно отдавая себе отчёт в том, как сложны явления, возникающие в горном массиве при ведении горных работ. Он твёрдо верил, что горная наука по мере своего развития, проводя обширные комплексные исследования сложных проблем и задач промышленности, более полно и глубоко изучит законы поведения массивов и создаст новые теории их описания и расчёта.