

УДК 622.271:553.9

В. Е. Ольховатенко, Г. И. Трофимова

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД УГЛЕНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЕРУНАКОВСКОГО РАЙОНА КУЗБАССА

Изучением угольных месторождений Кузнецкого бассейна на протяжении длительного времени занимались геологи Н.М. Белянин, И.Н. Звонарев, Э.М. Пах, В.В. Пономарев, Г.Г. Селятицкий, Э.М. Сендерзон, Н.Н. Елисафенко и многие др. Результаты геологических исследований обобщены в монографии "Геология месторождений угля и горючих сланцев", том 7 [1]. Одновременно с разведкой угольных месторождений проводились инженерно-геологические исследования. Значительный вклад в изучение физико-механических свойств горных пород угленосных отложений Кузбасса внесли сотрудники Томского государственного архитектурно-строительного университета под руководством профессора В.Е. Ольховатенко, которым впервые была разработана теория формирования физико-механических свойств горных пород Кузбасса при литогенезе. При этом была доказана ведущая роль процессов катагенеза и регрессивного литогенеза в формировании свойств пород Кузнецкого бассейна. В последние годы изучение состояния геологической среды проводилось в процессе инженерно-геологических, геоэкологических исследований на действующих углеразрезах В.Е. Ольховатенко, Г.И. Трофимовой [2, 3, 4].

Принципиальная схема формирования физико-механических свойств горных пород угленосных отложений Сибири была разработана профессором В.Е. Ольховатенко и приведена в табл. 1. Как видно из таблицы, ведущими факторами на стадии седиментогенеза являются геотектонический режим и фациальные условия осадконакопления, которые во многом определяют исходный минералогический состав, фации и литотипы, структуру и текстуру пород.

В прогрессивную стадию литогенеза сформированные осадки подвергаются воздействию и изменению под влиянием процессов диагенеза, катагенеза и метагенеза. Если на стадии диагенеза решающее значение имеет гравитационное уплотнение осадков и их преобразование в горные породы, то в катагенетическую стадию ведущими являются факторы палеометаморфизма (давление, температура, геологическое время). Под влиянием этих факторов происходят катагенетические преобразования пород, образуются вторичные более прочные структурные связи. В стадию регрессивного литогенеза, которая наступает в постинверсионный период благодаря структурно-тектонической перестройке изменяется состояние горных пород и снижается их

Таблица 1. Принципиальная схема формирования физико-механических свойств горных пород угленосных отложений Сибири (по В.Е. Ольховатенко, 1999)

Стадии литогенеза		Ведущие факторы	Что определяет	
Седиментогенез		Геотектонический режим, фациальные условия осадконакопления	Исходный минеральный состав, фации и литотипы, первичная структура и текстура	
Прогрессивный литогенез	диагенез	Гравитационное уплотнение, температурный режим, геохимические процессы	Первичные физико-механические свойства, тип и характер первичных структурных связей	
	катагенез	начальный	Факторы регионального палеометаморфизма (давление, температура, геологическое время)	Степень катагенетических (вторичных) преобразований пород, тип и прочность вторичных структурных связей, физико-механические свойства
		средний		
		конечный		
метагенез				
Регрессивный литогенез		Геотектонический режим в постинверсионный период, структурно-тектоническая перестройка, гипергенные процессы в зоне выветривания	Формирование геотектонических зон, разрывных нарушений и тектонической трещиноватости пород, прочностные свойства пород	
Техногенез		Техногенное воздействие на геологическую среду при разработке месторождений	Физико-механические свойства грунтов	

прочность, что обусловлено появлением тектонических нарушений и развитием трещиноватости в горных породах (5,6, 7).

Угленосные отложения Кузбасса представлены балахонской (C₂₋₃ – P_{1bl}), кольчугинской (P₂), тарбаганской (J₁₋₃) сериями. Формирование горных пород угленосных отложений и их физико-механических свойств происходило в ходе длительного геотектонического развития. Решающее значение на формирование физико-механических сыграли процессы, протекавшие на всех стадиях литогенеза, начиная с седиментогенеза, катагенеза и заканчивая конечным катагенезом и регрессивным литогенезом. Значительный вклад при этом внесли тектонические движения под влиянием которых Кузнецкий бассейн пережил 14 фаз тектогенеза, определивших интенсивность и направленность процессов на всех этапах формирования свойств горных пород. В работах В.Е. Ольховатенко [5-7] впервые была доказана ведущая роль процессов катагенеза и геотектонического развития в формировании свойств горных пород Кузнецкого бассейна. Катагенез, как процесс преобразования углевмещающих пород, выражается в перераспределении вещества и может быть представлен в виде, представленном на рис. 1.

преобразования приобретают характер метасоматических. Подвижными в этом случае оказываются не только щелочи, но и Al₂O₃. От типичных метасоматических процессов катагенетические преобразования в углевмещающих породах отличаются тем, что они не приводят к образованию сколько-нибудь значительных по объему масс метасоматических пород, а приводят к возникновению своеобразных поликристаллических псевдоморфоз доломита, преимущественно по обломкам полевых шпатов и эффузивов. Важно отметить, что появление катагенетических карбонатов возможно при условии привноса углекислоты. Именно в результате углекислотной жидкого материала происходит высвобождение жидких и газообразных продуктов: воды, углекислоты, метана и других. При соответствующих термобарических условиях происходит перераспределение веществ в пределах угленосной толщи под воздействием поровых растворов, обогащенных газовыми компонентами (CO₂, CH₄, NO₃ и др.). На стадии позднего катагенеза при повышении температуры до 300⁰C скорость химико-минералогических преобразований заметно возрастает, что приводит к появлению регенерационных микростиллолитовых, конформных и других вторичных структур. Одновременно в

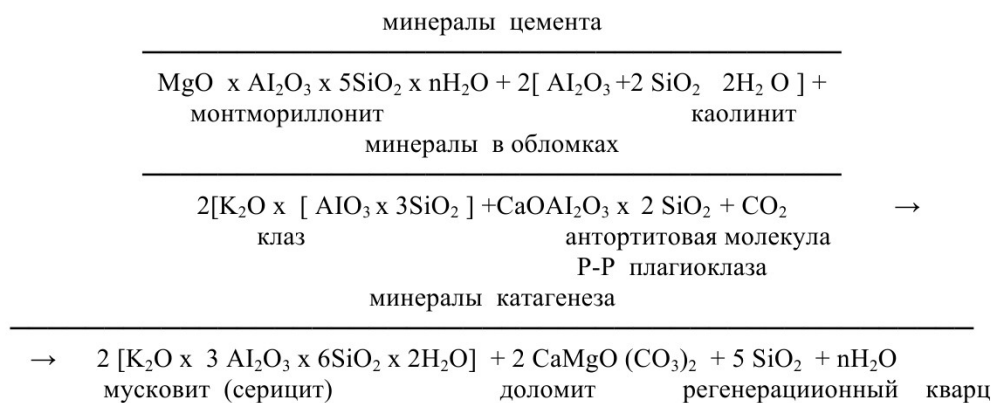


Рис.1

Так как этот процесс протекает при относительно низких температурах, то подвижность компонентов весьма ограничена и состояние близкое к равновесному достигается в отдельных точках [8]. Это приводит на одних участках к регенерации кварцевых зерен, а на других, где создается недостаток SiO₂, в связи с образованием вторичной слюды (серицита, гидромусковита), к разъеданию кварцевых зерен. Но в том и другом случае это в конечном счете приводит к появлению более прочных вторичных структурных связей и увеличению прочности пород. Катагенетические карбонаты образуют псевдоморфозы по обломкам эффузивов и полевых шпатов или полностью замещают глинистый цемент [8]. Иногда замещение глинистого цемента приводит к образованию мергелей, а катагенетические

породах исчезают пироксены, амфиболы, биотит и появляются новообразования в виде серицита (гидромусковита), карбонатов, хлорита. Регенерационные минералы развиваются на месте порового пространства, карбонаты вследствие привноса CO₂ отлагаются не только в порах цемента, но и замещают первичные минералы, чаще всего плаггиоклазы, а также обломки эффузивных и осадочных пород.

Катагенетические преобразования горных пород в прогрессивную фазу литогенеза оказали исключительно большое влияние на физико-механические свойства, что наглядно подтверждается на примере Кузнецкого бассейна, изменения свойств пород которого на различных стадиях литогенеза приведены в табл.2.

Формирование физико-механических свойств

Таблица 2. Изменение свойств пород Кузнецкого бассейна на различных стадиях литогенеза (по В.Е. Ольховатенко)

Стадия литогенеза		Типы пород	ρ , г/см ³	n, %	$\sigma_{сж}$, Мпа	ϕ , град	C, МПа
Конечный диагенез		песчаники	2,01	36,0	1,6	31	0,5
		алевролиты	2,10	33,6	1,3	29	0,4
Катагенез	начальный	песчаники	2,36	14,0	31,3	41	7,7
		алевролиты	2,38	13,2	31,6	41	7,0
	средний	песчаники	2,47	8,2	49,1	41	11,6
		алевролиты	2,47	9,5	40,5	39	8,5
	конечный	песчаники	2,53	6,2	75,7	38	16,9
		алевролиты	2,49	5,3	67,4	38	15,7
Метагенез		песчаники	2,56	4,8	52,6	35	13,4
		алевролиты	2,50	5,0	50,8	36	10,8

пород Ерунаковского месторождения имеет свои особенности, обусловленные тем, что породы находятся на средней стадии катагенеза, а сами угольные месторождения имеют более простое тектоническое строение по сравнению с месторождениями Присалаирской или Прикольвань-Томской зон интенсивной линейной складчатости.

По своему марочному составу угли относятся к маркам ГЖ и Ж, а вмещающие их породы находятся на средней стадии катагенеза преобразований. Как показали микроскопические исследования в породах ерунаковской свиты встречаются вторичные гидрослюды, представленные гидромусковитом. Во вмещающих породах при давлении более 100 МПа происходило уплотнение и сближение частиц между собой. При этом в обломочных породах с малым содержанием цемента огромное давление, передаваемое на обломки пород, приводит к их растворению и переотложению в других близлежащих местах. Цементирующий глинистый материал испытывает значительное воздействие давления, подвергаясь изменению в большей степени, чем материал глинистых пород. Одновременно под воздействием давления он начинает как бы приспосабливаться к новым условиям, нередко изгибаясь и обвивая обломки пород. Наряду с этим протекают и физико-химические процессы с участием подземных вод, способствующих растворению одних веществ, переносу и переотложению других. Все эти процессы приводят к тому, что уже на стадии, переходной от газовой-жирных к жирным углям, в обломках пород происходит интенсивное замещение полевых шпатов карбонатным веществом. Одновременно наблюдается растворение кварцевых зерен, что сопровождается образованием причудливых кружевных форм обломков, а также накопление аутигенных минералов, которые нарастают на обломках в породах. Отмечается интенсивная серицитизация полевых шпатов, которые, как правило, корродированы. Довольно часто аутигенный кварц образует регенерационные наросты на обломках кварца, а бесцветное опаловое

вещество в виде пленочки обволакивает обломки. Существенному изменению подвергаются также глинистые минералы. В ходе этих изменений наблюдается интенсивное развитие вторичной гидрослюды (гидромусковита). По данным электронно-микроскопических исследований, термических и рентгеноструктурных анализов в составе глинистой фракции пород, вмещающих угли марки ГЖ, резко уменьшается содержание каолинита при одновременном возрастании гидромусковита. В некоторых образцах пород чешуйки каолинита, имевшего ранее правильную изометрическую форму, переходят в гидрослюду, а затем серицит и гидромусковит. Среди угленосных отложений на территории Ерунаковского Южного участка широким распространением пользуются песчаники, алевролиты, угли, реже аргиллиты.

Песчаники. В строении угленосной толщи на долю песчаников приходится около 15-20% объема. Максимальная мощность пластов достигает 80 м. От пластов каменного угля песчаники, как правило, отделяются алевролитами или аргиллитами.

По внешнему виду довольно отчетливо обособляются две группы песчаников: светло-серые, обычно средне- и мелкозернистые и пепельно-серые от мелко- до тонкозернистых. Светло-серые песчаники, как правило, не содержат углестого вещества. Оно встречается спорадически, участвуя в сложении неясно выраженных прослоек, в которых черные блестящие пластинки угля составляют значительную примесь и придают этим участкам породы пеструю окраску.

Минералогический состав обломочной части песчаников сложный, полимиктовый, представляется он в следующем виде: кварц (35-45%), кислые эффузивы (15-20%), полевые шпаты (10-15%), микрокварциты (5-20%), часто содержатся карбонаты (от единичных зерен до 10-12%), как примесь – аргиллиты и серицитовые сланцы. В виде единичных зерен наблюдаются микропегматиты, роговая обманка, турмалин и циркон. При резком преобладании песчаной фракции разме-

ры большинства обломков колеблются от 0,3-0,5 мм. Цемент их сложный, чаще кремнисто-карбонатный или кварцево-гидрослюдистый, карбонатно-гидрослюдистый, обычно пленочный с переходом в поровый. Кремнистое вещество в виде аутигенного кварца образует регенерационные наросты, придавая кварцевым обломкам неровные бахромчатые очертания. В редких случаях незначительная часть кремнистого вещества в виде мельчайших кварцевых зерен рассеяна в существенно карбонатном цементе, в результате чего в песчаниках резко увеличиваются прочностные свойства. Сравнительно крупные поры обычно выполнены буровато-желтыми агрегатами, состоящими из чешуек гидрослюд. При наличии в цементе карбоната Он, как правило, представлен сидеритом, образующим на бесцветных обломках кальцита буроватые оторочки, нарастающие в разбавленной соляной кислоте.

Пепельно-серые песчаники обычно мелкозернистые. Темная окраска их обусловлена наличием углистого вещества, присутствующего как в виде прослоек с довольно высоким его содержанием, так и в виде отдельных обломочков, рассеянных среди общей массы обломков песчаника.

В отличие от светло-серых песчаников отмечается слабая сортировка материала. Большая часть обломков (60-80%) относится к песчаной фракции с размером зерен 0,1-0,3 мм, реже до 0,5. Обломки алевролитой фракции (0,03-0,1 мм) составляют от 20 до 40%.

Минеральный состав обломочной части песчаников представляется в следующем виде: кварц (40-50%); микрокварциты (20-25%); кислые эффузивы (20-25%); полевые шпаты (5-7%), карбонаты в одних песчаниках отсутствуют, в других - составляют до 15%. В виде примеси обломочных аргиллитов и микропигматитов. В единичных зернах турмалин, роговая обманка и глауконит.

Для всех обломков характерна слабая механическая обработка. Слабые следы окатанности несут лишь обломки эффузивных пород. Типичную остроугольную и даже удлинено-оскольчатую форму имеют обломки кварца, единичные из них с регенерационными наростами. Вещество цемента с обломками полевых шпатов и полево-шпатовых пород сростается путем разъедания их и образования коррозионных бухточек. Песчаники с такими структурными особенностями вследствие увеличения поверхности сочленения при одинаковом составе цемента отличаются повышенной механической прочностью. Цемент песчаника сложный, чаще карбонатно-гидрослюдистый, гидрослюдисто-карбонатный или карбонатный с примесью серицита и хлорита.

Прочностные показатели для всех пород определялись по результатам исследований временного сопротивления сжатию и разрыву с последующим построением паспорта прочности и опреде-

ления угла внутреннего трения и сцепления. Результаты этих определений указывают на то, что прочность песчаников значительно выше, чем других типов пород месторождения. Временное сопротивление сжатию песчаников незатронутых выветриванием составляет 48,5 МПа, а растяжению – 4,8 МПа.

Алевролиты – самые распространенные породы месторождения, выполняющие около 70% объема угленосной толщи.

Микроскопически они довольно однообразны и в большинстве своем пепельно-серые, реже темно-серые, некоторые из них аргиллитовидные с типичным раковинчатым изломом и острыми режущими краями. Значительное разнообразие их обусловлено проявлением различных типов слоистости. Чаще всего наблюдается косая и горизонтальная, реже горизонтально-ритмическая слоистость. Во всех случаях темноцветные, почти черные, прослойки обусловлены высоким содержанием в них углистых частиц. Размеры обломков в алевролитах колеблются обычно от 0,02 до 0,1 мм. По составу обломков алевролиты относятся к полимиктовым, причем в обломочной части их присутствуют те же минеральные частицы, что и в песчаниках, но с иными количественными соотношениями: кварц от 15-20 до 30-35%; полевые шпаты от 10-15 до 20-25%; эффузивы и микрокварциты 15-20%; несколько больше, чем в песчаниках, содержатся обломки карбонатов (20-50%). В единичных зернах встречаются глауконит, мусковит, реже турмалин и псевдоморфозы хлорита по железо-магнезиальным силикатам.

Все обломки алевролитов угловаты, кварцевые обломки без признаков регенерации. Несколько сглаженные контуры имеют обломки полевых шпатов, которые в большинстве своем достаточно свежие. Цемент чаще сложный, в большинстве своем это тот же тонкоперетертый материал, который присутствует в обломках; к нему в переменных, но всегда в небольших количествах, примешиваются каолинит и гидрослюды или гидрослюды и карбонат. Однако всегда устанавливается преобладание того или другого вещества в цементе. Таким образом, чаще наблюдаются сложные типы цемента: гидрослюдисто-карбонатный или карбонатно-гидрослюдистый. Реже встречаются простые типы цемента – гидрослюдистый, глинистый, карбонатный. Цемента обычно мало, чаще он пленочный или поровый.

Базальный тип цемента наблюдается в некоторых аргиллитовых алевролитах; содержание его достигает 20-30%, а размеры обломков не крупнее 0,02-0,04 мм.

Прочностные показатели алевролитов колеблются в очень широких пределах и остаются довольно высокими. Временное сопротивление сжатию для алевролитов незатронутых выветриванием находится в пределах от 6,6 до 51 МПа, составляя в среднем 31,0 МПа (табл. 3).

Аргиллиты в большинстве случаев образуют небольшой мощности пласты и линзы, часто переслаивающиеся с пластами угля или подстилающие и перекрывающие их. Многие из них трудно отличимы от алевролитов, за которые они часто принимаются при полевом определении, и поэтому роль их в сложении угленосной толщи явно занижается, осложняется от этого, естественно, и интерпретация прочностных свойств между этими группами пород.

Макроскопически аргиллиты чаще пепельно-серые, темно-серые и почти черные с характерным гладким раковинчатым изломом; обычно массивные, и только в единичных случаях наблюдается густая сеть трещинок, благодаря чему они имеют комковатый излом. Хотя и редко, но на месторождении встречаются аргиллиты очень слабые, легко размокающие в воде и внешне похожие на сухие глины с глубокими щелевидными и клиновидными впадинами в изломе. Под микроскопом представляются весьма разнообразными как по составу, так и по структурным и текстурным признакам. Многие из них почти мономинеральные породы, состоящие из гидрослюд с некоторым количеством обугленного растительного детрита, образующего то микролинзочки и тонкие прослои, то в виде пыли он равномерно рассеян в массе породы. Некоторые аргиллиты в тех или иных, иногда в значительных, количествах (до 40%) содержат сидерит, который в одних случаях образует неправильные по форме жилковидные обособления, рассекающие массу аргиллита на отдельные блоки, в других он образует линзочки кристаллически-зернистого агрегата или шарообразные стяжения.

Мергели. Под этим названием выделяются породы, состоящие из карбоната и на 30-50% глини-

стого материала. Различаются кальцитовые и сидерито-доломитовые мергели. Макроскопически они неслоисты, скрытокристаллические, серы, темно-серые, часто слегка буроватые. С поверхности выветривания иногда появляется сероватобуря корочка толщиной до 0,5 см

Алевролитовая фракция с размером зерен 0,01 до 0,03 мм, а в некоторых от 0,02 до 0,08 мм, составляет по отдельным породам до 20-30%, в связи с этим некоторые мергели макроскопически похожи на аргиллиты, а некоторые на алевролиты. Отмеченные особенности минерального состава оказали большое влияние на физико-механические свойства горных пород ерунаковской свиты, изменения средних значений которых в зависимости от стадий литогенеза и состава пород приведены в таблице 3.

Из приведенных данных видно, как песчаники, так и алевролиты с карбонатным цементом имеют самую высокую плотность (2,50-2,56 г/см³) и прочность на одноосное сжатие (более 40 МПа). Остальные физические свойства (влажность, пористость) существенно не отличаются и не зависят от стадии литогенетических преобразований. С увеличением степени литогенетических преобразований горных пород Ерунаковского района возрастает их плотность и прочность. Одновременно снижается пористость пород. Если увеличение плотности незначительно, то пределы прочности на сжатие и растяжение имеют существенные различия для горных пород, вмещающих угли ГЖ и Ж. Это лишний раз подчеркивает ведущую роль катагенетических преобразований на формирование прочности структурных связей. Одновременно установлено, что породы с глинистым цементом имеют самую низкую, а с карбо-

Таблица 3. Физико-механические свойства горных пород Ерунаковской свиты

Тип породы	Стадии преобразования пород, вмещающих углы различного марочного состава	Состав цемента	Физико-механические свойства пород					
			ρ , г/см ³	n, %	$\sigma_{сж}$, МПа	$\sigma_{р}$, МПа	ϕ , град	C, МПа
1	2	3	4	6	7	8	9	10
Песчаники	ГЖ	глинистый	2.43	11,73	11,68	3,3	39	4,1
		глинисто-карбонатный	2.47	9.15	29.5	5.08	41	6.42
		карбонатный	2.50	8.67	45,3	8.4	34	11.3
	Ж	глинистый	2.43	11.73	19.8	4.7	41	13.5
		глинисто-карбонатный	2.48	11.7	19.8	4.7	41	5.3
		карбонатный	2.52	9.61	51.2	12.9	40	14.1
Алевролиты	ГЖ	глинистый	2.45	11.73	16.7	3.4	36	4.2
		глинисто-карбонатный	2.53	8.47	28.7	4.98	38	6.9
		карбонатный	2.53	8.4	42.4	6.6	38	11.8
	Ж	глинистый	2.49	10.04	25.1	5.7	39	5.0
		глинисто-карбонатный	2.50	9.29	38.5	4.8	41	5.7
		карбонатный	2.56	8.55	45.8	8.2	39	12.9

Таблица 4. Изменение физико-механических свойств горных пород Ерунаковского месторождения в зависимости от гранулометрического состава

Литологические типы	Инженерно-геологические		Кол-во определений	Физико-механические свойства						
	виды	разновидности		плотность ρ_0 г/см ³	ω , %	n , %	$\sigma_{сж}$ МПа	σ_p , МПа	ϕ град	C МПа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Алевриты	мелкозернистые	глинистый цемент	14	2.45	3.49	12.46	14.11	2.15	36	3.11
		глинисто-карбонатный	6	2.48	3.79	11.13	20.96	3.09	31	5.54
		карбонатный	8	2.53	4.30	10.04	42.00	3.53	36	6.0
	Среднезернистые	глинистый цемент	12	2.50	2.80	8.47	26.51	3.25	32	6.36
		глинисто-карбонатный	14	2.52	2.86	8.01	31.90	3.59	35	8.8
		карбонатный	6	2.53	2.14	6.34	45.30	4.96	36	12.5
	крупнозернистые	глинистый цемент	12	2.48	3.12	10.95	21.41	3.16	29	5.8
		глинисто-карбонатный	11	2.50	3.28	9.97	26.9	3.39	33	7.8
		карбонатный	6	2.53	3.44	8.58	43.65	4.10	37	11.8
Песчаники	мелкозернистые	глинистый цемент	10	2.46	2.98	9.8	24.3	4.7	27	7.2
		карбонатный	8	2.54	2.88	9.58	62.0	6.15	37	17.4
	Среднезернистые	глинистый цемент	11	2.34	4.45	14.2	18.3	2.0	32	4.17
		карбонатный	12	2.47	2.83	9.8	38.3	5.1	37	10.8

натным – самую высокую прочность (табл. 3).

Детальные исследования физико-механических свойств алевритов Ерунаковского месторождения позволили установить закономерности их изменчивости в зависимости от гранулометрического состава и состава цемента (табл. 4).

Из приведенных данных видно, что средне-

зернистые алевриты имеют самую высокую плотность и прочность, мелкозернистые – самую низкую прочность, крупнозернистые занимают промежуточное положение.

В то же время независимо от грансостава породы с карбонатным цементом оказались самыми прочными, а с глинистым характеризуются самой низкой прочностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР (Кузнецкий, Горловский и другие угольные месторождения Западной Сибири). – М.: Недра, 1969. – Т. 7. – 315 с.
2. *Ольховатенко В. Е.* Общие вопросы инженерно-геологических изысканий при разработке открытым способом угольных месторождений Кузбасса / В. Е. Ольховатенко, Г. И. Трофимова, В. М. Лазарев, Н. А. Чернышова // Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. Сергеевские чтения. Выпуск 12. – М.: Московский университет Дружбы народов, 2010. – С. 465-470.
3. *Ольховатенко, В. Е.* Геоэкологические условия разработки открытым способом угольных месторождений Ерунаковского района Кузбасса / В. Е. Ольховатенко, Г. И. Трофимова // Материалы научной конференции по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии – Томск: ТГАСУ,

2008.– С. 132-138.

4. *Ольховатенко, В. Е.* Формирование физико-механических свойств горных пород угленосных отложений Кузбасса при литогенезе. Материалы юбилейной научной конференции, посвященной 120-летию со дня рождения профессора М.И. Кучина / В. Е. Ольховатенко, Г. И. Трофимова – Томск: ТГА-СУ, 2007. – С. 28-31.

5. Инженерная геология угольных месторождений Сибири и Дальнего Востока. Закономерности формирования инженерно-геологических условий угольных месторождений // Под общей редакцией док. геол.-мин. наук, профессора В.Е. Ольховатенко. – Томск: ТГУ, 1992. – Т. 1. – 258 с.

6. Инженерная геология угольных месторождений Сибири и Дальнего Востока. Инженерно-геологическая типизация угольных месторождений и оценка устойчивости бортов карьеров // Под общей редакцией док. геол.-мин. наук, профессора В.Е. Ольховатенко. – Томск: ТГУ, 1992. – Т. 2. – 258 с.

7. *Ольховатенко, В. Е.* Инженерно-геологические условия строительства крупных карьеров в Кузнецком угольном бассейне / В. Е. Ольховатенко. – Томск: изд-во Том. ун-та, 1976. – 212 с.

8. *Юдин М.И.* Петрографический состав и прочностные свойства осадочных горных пород Талдинского Каменноугольного месторождений (Кузбасс) / М. И. Юдин // Инженерно-геологические условия строительства крупных карьеров в Сибири. – Томск: ТГУ, 1973. – 260 с.

□ Авторы статьи:

Ольховатенко
Валентин Егорович,
докт.геол.-мин. наук, профессор,
(Томский государственный архитек-
турно-строительный университет,
кафедра инженерной геологии и
геоэкологии).
Email: warwara82@mail.ru

Трофимова
Галина Ивановна,
канд. геол.-мин. наук, доцент,
(Томский государственный архитек-
турно-строительный университет,
филиал в г. Ленинск-Кузнецкий).
Тел. 8-923-525-05-88