Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LII, вып. 2, 1967 г.

УДК 550. 8 + 553. 682

ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДОЛОМИТА

О. В. Лепин

Геолого-промышленная классификация месторождений доломита, отражающая как особенности их геологического строения, так и особенности их разведки и эксплуатации, играет важную роль при выборе системы разведочных работ и оценке месторождений. Однако существующие классификации месторождений карбонатных пород не позволяют полностью решать эти задачи.

В 1961 г. Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых опубликовала промышленную классификацию карбонатных пород, в том числе и доломитов, предусматривающую выделение двух типов месторождений [Инструкция..., 1961]: 1) выдержанные по строению, мощности и качеству полезного ископаемого; 2) не выдержанные по строению, мощности и качеству полезного ископаемого или тектонически нарушенные. В каждом типе выделены два подтипа в зависимости от масштабов месторождений — крупных и средних.

Эта классификация, обобщая огромный опыт, накопленный при разведке карбонатных пород, имеет очень большое значение, помогая правильно определить необходимую плотность разведочной сети и установить промышленную ценность месторождения. Однако вследствие некоторой схематичности в ней отсутствуют четкие количественные критерии, по которым можно отнести месторождение доломита к какому-то типу и подтипу классификации.

Действительно, правильно провести границу между месторождениями выдержанными и невыдержанными очень трудно, так как нет никаких указаний на то, в какой степени должны быть выдержаны строение, мощность и качество доломита, чтобы месторождение можно было отнести к первой группе. Не уточняется также конкретной величиной запасов карбонатных пород деление месторождений на крупные и средние, что дает простор известному субъективизму при отнесении месторождения к тому или иному подтипу. При этом густоту разведочной сети, а следовательно, и затраты на разведку можно неоправданно завысить.

Кроме того, в рассматриваемой классификации не уточняется, насколько сильно месторождение должно быть тектонически нарушено, чтобы перейти в тип невыдержанных. Месторождения с моноклинальным залеганием пластов полезного ископаемого также являются тектонически нарушенными, однако при выдержанных углах падения это не создает дополнительных трудностей при разведке и эксплуатации.

Другая классификация предложена С. С. Виноградовым. Она состоит в сущности из двух самостоятельных классификаций месторождений

доломита — генетической и промышленной [1961а; 1961б]. Генетическая классификация предусматривает выделение трех групп месторождений в зависимости от условий образования (экзогенных, эндогенных и метаморфогенных). Дальнейшее деление на типы производится на основании геотектонической приуроченности областей доломитонакопления (месторождения складчатых областей; платформенных областей; прогибов и впадин). Подтипы классификации выделяются в зависимости от связи месторождений с различными литологическими комплексами пород (морские осадочные месторождения) или от механизма образования доломита (континентальные месторождения). Как указывает автор, промышленное значение имеют в основном морские осадочные и метаморфогенные месторождения доломита и в значительно меньшей степени — вторичные месторождения.

Промышленная классификация месторождений доломита, по С. С. Виноградову, предусматривает выделение трех типов в зависимости от степени сложности тектонического строения месторождений: I — пластовые, горизонтально залегающие и пологопадающие; II — пластовые, наклонно- и крутопадающие; III — пластовые, сильно дислоцированные и различные непластовые. В I и II типах выделяются, кроме того, два подтипа в зависимости от степени выдержанности месторождений по строению, мощности и качеству доломита — месторождения выдержанные и месторождения невыдержанные.

В этой классификации также нет количественных критериев для отнесения месторождений к выдержанным или невыдержанным. Более того, автор зачастую искусственно сужает понятие о выдержанности качества доломитов, отождествляя его с величиной и степенью выдержанности содержания в доломите окиси магния. В действительности же качество доломита в неменьшей степени обусловлено содержанием примесей — кремнезема и полуторных окислов, а зачастую именно содержание этих примесей и определяет возможность использования сырья.

Вызывает серьезные возражения и основной принцип промышленной классификации — группировка месторождений в зависимости только от углов падения залежей полезного ископаемого. Как отмечено выше, существенных различий в методике разведки и особенностях эксплуатации полого-, наклонно- и крутопадающих месторождений доломита нет. Значение имеет не сама по себе величина угла падения, а степень изменчивости элементов залегания.

Включение в число промышленных непластовых месторождений доломита (в III типе), характеризующихся, по словам автора, сложной морфологией залежей, сильной изменчивостью качества полезного ископаемого и небольшими запасами, вряд ли оправдано. И, наконец, промышленная классификация совсем не учитывает размеров месторождений.

Генетическую и промышленную классификации С. С. Виноградов не увязывает. Приводимая же корреляция генетических и промышленных типов месторождений носит ограниченный и в значительной мере формальный характер.

В. Ф. Дыбков предложил выделять следующие генетические типы месторождений карбонатных пород, в том числе и доломитов [Курс месторождений полезных ископаемых, 1964]: 1) морские карбонатные отложения — глубокого моря, мелкого моря и прибрежные; 2) континентальные месторождения. В классификации отмечено также, что широко распространены метаморфические месторождения мраморизованных карбонатных пород, образовавшиеся в результате перекристаллизации карбонатных толщ в процессе регионального и контактового метаморфизма. Таким образом, в этой классификации тоже нет связи между генетическими и промышленными типами месторождений.

В настоящей статье предлагается геолого-промышленная классификация отечественных месторождений доломита, при разработке которой автор пытался устранить большую часть недостатков предыдущих классификаций путем возможно большей конкретизации и количественного уточнения главных параметров, на которых эта классификация основывается.

Как известно, при разведке и оценке месторождений доломита необходимо установить мощность доломита, его качество, характер эпигенетических изменений полезного ископаемого и условия его залегания, масштаб месторождения, горно-технические и гидрогеологические условия разработки месторождения, физико-географические, транспортные и экономические условия района. Однако не все эти факторы можно учесть в классификации месторождений.

Наибольшее значение при разведке и эксплуатации имеют величина и степень выдержанности мощности и качества доломита, условия его залегания, наличие или отсутствие эпигенетических изменений доломита, масштаб месторождения. Эти факторы и учтены в предлагаемой геолого-промышленной классификации. Физико-географические, транспортные и экономические условия района не могут служить критерием для отнесения месторождения к тому или иному типу, хотя и имеют важное значение для его оценки. Экономические и транспортные условия в конечном счете определяют лишь целесообразность разведки и освоения месторождений доломита в том или ином районе, поскольку доломит является малотранспортабельным сырьем. Они косвенно влияют также и на установление минимального масштаба промышленно ценных месторождений, так как целесообразнее вводить в эксплуатацию небольшие по запасам месторождения, расположенные вблизи от потребителя, чем возить доломит на значительные расстояния с крупных горных предприятий. Уточнение горно-технических и гидрогеологических условий месторождения требует специальных работ и соображений, а поэтому и не учитывается в разработанной классификации.

Подавляющее большинство месторождений доломита СССР характеризуется значительными и устойчивыми мощностями полезного ископаемого, что не позволяет использовать мощность доломита в качестве диагностического признака.

Ведущим признаком, определяющим степень изменчивости месторождений, в предлагаемой классификации считается качество доломита. При этом учитывались требования к сырью, предъявляемые лишь теми отраслями народного хозяйства, для которых решающее значение имеет чистота химического состава доломита (черной металлургии, производства металлического магния, стекольной и химической промышленности и отчасти производства вяжущих и термоизоляционных материалов). Требования же строительства, сельского хозяйства и ряда второстепенных отраслей, не различающие по существу доломит и известняк, не учитывались.

Хотя качество доломита определяется не только его химическим составом, но и физическими свойствами (размером зерен породы, прочностью, плотностью, пористостью, естественной влажностью, кусковатостью) и особенностями технологии его переработки, тем не менее при создании классификации под качеством сырья понимались лишь показатели его химического состава. Именно этим показателям принадлежит основная роль в определении пригодности доломита. С другой стороны, учесть все разнообразие физических свойств доломита и особенностей его технологической переработки на современном уровне наших знаний не представляется возможным. Высококачественными считаются доломиты, почти

не содержащие загрязняющих примесей, а низкокачественными — сильно загрязненные полуторными окислами и кремнеземом или имеющие повышенное содержание окиси кальция.

Для количественной характеристики степени выдержанности качества доломитов использован коэффициент кондиционности k (выраженное в процентах отношение суммарной мощности кондиционных проб доломита к общей опробованной мощности доломита), так как для доломита как полезного ископаемого имеет значение только такое изменение химического состава, которое выводит его за предел промышленных кондиций. Вспомогательное значение при установлении выдержанности качества доломита может играть учет частоты перехода сырья из одного сорта в другой, если кондициями предусмотрено подразделение доломита на сорта. По величине коэффициента кондиционности можно выделить три группы выдержанности качества доломитов: 1) выдержанное, $k = 95—100\%$; 2) относительно выдержанное, $k = 75—95\%$; 3) невыдержанное, $k = 50—75\%$.

На большинстве доломитовых месторождений Советского Союза довольно отчетливо устанавливается связь между литологическим составом вмещающих пород и качеством доломита. С чисто карбонатными комплексами осадков обычно связаны наиболее крупные месторождения высококачественных доломитов, с карбонатно-терригенными и карбонатно-сульфатными осадками — доломиты среднего и низкого качества либо небольшие месторождения чистых доломитов. Кроме того, по мере перехода от магнезито-доломитовых вмещающих пород к известнякам снижается выдержанность качества доломита.

Таким образом, литологический состав доломитсодержащих комплексов осадков использован в предлагаемой классификации как один из основных признаков, позволяющих правильно определить степень выдержанности месторождения и его промышленную ценность. Разработанная классификация охватывает лишь те генетические типы доломита, с которыми связаны промышленные месторождения, — морские осадочные доломиты седиментационного или седиментационно-диагенетического происхождения (по Н. М. Страхову, [1956]) с пластовым залеганием полезного ископаемого.

В соответствии с этой классификацией месторождения доломита подразделяются на три группы: выдержанные по строению, мощности и качеству доломита; относительно выдержанные; невыдержанные. Такое деление облегчает отнесение месторождений к той или иной группе и как следствие — позволяет сузить пределы рекомендуемой плотности расположения выработок при разведочных работах на однотипных месторождениях.

Выдержанные месторождения. Полезная толща этих месторождений в большинстве случаев сложена нацело или почти нацело доломитом, гораздо реже в составе ее присутствуют магнезиты или известняки. Мощность доломитов выдержанная, изменяется в пределах, не влекущих за собой изменения параметров горных работ при эксплуатации. Качество доломитов выдержанное, в большинстве случаев высокое, $k = 95—100\%$. Доломиты высших сортов составляют не менее 75% от общей массы кондиционных доломитов.

Относительно выдержанные месторождения. В полезной толще месторождений этой группы наряду с доломитами могут быть широко представлены известковые доломиты и известняки, иногда мергели, песчаники и глины. Мощность доломита, как правило, выдержанная, изменяется незначительно, редко подвержена большим колебаниям, затрудняющим геометризацию залежей и способным вызвать изменение параметров горных работ при эксплуатации. Качество доломитов относительно выдер-

жанное, среднее, реже высокое, $k = 75—95\%$. Около половины всех доломитов может быть представлено сырьем низких сортов.

Невыдержанные месторождения. Полезная толща этих месторождений обычно представляет собой переслаивание доломитов с известняками, сульфатными породами, мергелями, песчаниками и глинами, часто доломиты имеют в составе отложений подчиненное значение. Мощность доломитов чаще небольшая, невыдержанная, изменение ее может приводить к появлению участков с некондиционной мощностью, создавая внутренние пустые окна в контуре залежи доломита. Качество доломитов невыдержанное, в основном низкое, реже среднее, $k = 50—75\%$, а в составе кондиционного сырья резко преобладают доломиты низших сортов.

Все сказанное относится только к месторождениям доломита простого тектонического строения, слабо затронутым процессами эпигенетического изменения. При осложняющих факторах, не отраженных в этой схеме, отнесение месторождения к той или иной группе будет неверным. Осложняющие факторы снижают степень выдержанности месторождений и переводят их в группу менее устойчивых. К этим факторам относятся: сильная тектоническая нарушенность месторождений или их участков, сильно развитые карстовые явления, наличие секущих или пластовых интрузий и сопутствующих им зон измененных доломитов, проявление эпигенетического образования минералов (особенно — кварца и силикатов). При этом тектоническая нарушенность считается сильной, если мелкая складчатость, частые разрывные нарушения или резкое — с амплитудой свыше 30—40° — изменение углов падения залежи имеют место в пределах блока, запасы которого не обеспечивают работу карьера в течение по меньшей мере одного года (для крупных месторождений это 3000 тыс. m, для средних — 500 тыс. m).

Эти дополнительные факторы невозможно охватить общей схемой предлагаемой классификации. Их надо учитывать во вторую очередь, когда уже ориентировочно определены группа и тип месторождения на основании главных диагностических признаков (литологического комплекса доломитсодержащих осадков, качества доломита, масштаба месторождения).

Каждая группа подразделяется на два типа месторождений: крупных и средних. Мелкие месторождения, не имеющие серьезного промышленного значения, не рассматриваются.

При максимальной годовой потребности в сыром товарном доломите крупнейшего предприятия металлургической промышленности (основной отрасли, потребляющей высококачественный доломит) 1000—2000 тыс. m добыча сырья соответственно должна составлять 1500—3000 тыс. m в год. Считая, что амортизационный срок существования крупных карьеров по добыче доломита должен быть не менее 25—30 лет, к крупным месторождениям следует относить те, запасы доломита на которых превышают 100 млн. m.

Как показывает практика, карьеры с годовой производительностью менее 250 тыс. m товарного доломита не могут экономически эффективно разрабатываться современными техническими средствами и по существу являются полукустарными или нерентабельными. Учитывая, что добыча сырья на таких карьерах должна быть не менее 400 тыс. m в год, к средним следует относить месторождения с запасами доломита 10—100 млн. m. Месторождения с запасами менее 10 млн. m надо считать мелкими.

Известную трудность, особенно на первых стадиях изучения, представляет однозначное определение масштаба месторождения. Каждое месторождение является в сущности лишь участком распространенного на значительной площади доломитсодержащего литологического

комплекса осадков. При этом разведанные запасы доломита могут не соответствовать истинным масштабам месторождения, что зачастую обусловлено конкретным заданием на разведку определенного количества запасов. В разработанной классификации под запасами месторождения предлагается понимать общие геологические запасы его в пределах площади, пригодной по горно-техническим условиям для разработки полезного ископаемого единственно целесообразным открытым способом. Существующие в СССР месторождения с добычей доломита подземным способом (Ямское и Никитовское) в ближайшие годы прекратят разработку полезного ископаемого из-за недопустимо высокой себестоимости доломита.

Как видно из схемы предлагаемой геолого-промышленной классификации, для отнесения месторождения к определенным группе и типу

Схема

Геолого-промышленная классификация месторождений доломита

Группа месторождений	Тип месторождений	Комплексы доломитсодержащих осадков *	Качество доломита	Запасы, млн. m	Типичные месторождения
		Седиментационный тип			
Выдержанные	Крупные	Доломитовые, редко магнезито-доломитовые и известняково-доломитовые	Высокое, $k=95$—100%	Свыше 100	Боснинское (Сев. Кавказ), Кваркенское (Ю. Урал), Овсянское (Красноярский край)
	Средние	Известняково-доломитовые и доломитовые	Высокое, реже среднее	10—100	Завадовское (УССР), Чадское (Пермская обл.)
		Седиментационный, или седиментационно-диагенетический тип			
Относительно выдержанные	Крупные	Известняково-доломитовые, реже магнезито-доломитовые, доломитовые и доломито-известняковые; иногда карбонатно-терригенные	Среднее, реже высокое, $k=75$—95%	Свыше 100	Данковское (Липецкая обл.), Емецкое (Архангельская обл.)
	Средние	Известняково-доломитовые, редко доломитовые и доломито-известняковые; реже карбонатно-терригенные	То же	10—100	Стыльское (УССР), Щелковское (Московская обл.)
Невыдержанные	Крупные	Карбонатно-терригенные, реже доломито-известняковые	Низкое, реже среднее, $k=50$—75%	Свыше 100	Роговицкое (Ленинградская обл.)
	Средние	Карбонатно-терригенные, карбонатно-сульфатные, иногда доломито-известняковые и известняково-доломитовые	То же	10—100	Шелопугинское (Читинская обл.), Никитовское (Украина)

* Доломитовые комплексы доломитсодержащих осадков состоят нацело или почти нацело из доломита; магнезито-доломитовые комплексы — из доломита и магнезита (преобладает доломит); известняково-доломитовые комплексы — из доломита и известняка (преобладает доломит); доломито-известняковые комплексы — из доломита и известняка (преобладает известняк); карбонатно-терригенные комплексы — из тех или иных карбонатных пород со значительной примесью мергелей, песчаников и глин; карбонатно-сульфатные комплексы — из карбонатных пород, гипсов и ангидритов.

необходимы следующие данные: 1) литологический состав продуктивной толщи месторождения; 2) геологические запасы доломита; 3) химический состав доломита. При значительном проявлении дополнительных осложняющих факторов группа и тип месторождения должны уточняться с их учетом.

Всеми или почти всеми этими данными геолог-разведчик располагает уже после завершения поисковой разведки. Поэтому, пользуясь предлагаемой классификацией, он в состоянии достаточно обоснованно дать предварительную оценку месторождения и установить необходимую плотность разведочной сети на дальнейших этапах разведки, пользуясь при этом существующей инструкцией ГКЗ.

Предлагаемая геолого-промышленная классификация месторождений доломита в целом увязана с классификацией месторождений карбонатных пород, принятой ГКЗ [Инструкция..., 1961], однако разработанная классификация более детальна и конкретна. Так, первая группа предлагаемой классификации полностью соответствует первому типу классификации ГКЗ, а третья — второму. В то же время вторая группа нашей классификации занимает промежуточное положение: большая часть месторождений, относящихся к этой группе, соответствует месторождениям первого типа классификации ГКЗ, однако часть их можно отнести и ко второму типу.

Естественно, при разведках месторождений первой группы (по нашей классификации) следует не только ориентироваться на максимально допускаемые инструкцией ГКЗ расстояния между разведочными выработками, но и стремиться к дальнейшему разрежению разведочной сети. Рекомендация необходимой и достаточной плотности расположения разведочных выработок при разведке месторождений второй и третьей групп требует специальной проработки и является по существу темой самостоятельной статьи.

ЛИТЕРАТУРА

Виноградов С. С. Оценка месторождений при поисках и разведках. Доломиты. Госгеолтехиздат, 1961а.

Виноградов С. С. Требования промышленности к качеству минерального сырья. Справочник для геологов. Госгеолтехиздат, 1961б.

Инструкция по применению классификации запасов к месторождениям карбонатных пород. Госгеолтехиздат, 1961.

Курс месторождений полезных ископаемых. Ред. П. М. Татаринов и А. Г. Бетехтин. М., Недра, 1964.

Страхов Н. М. О типах и генезисе доломитовых пород (состояние знаний). Тр. ГИН АН СССР, вып. 4, 1956.