

УДК 551.21(476)

В. Н. ГУБИН, Э. А. ВЫСОЦКИЙ, В. Э. КУТЫРЛО

**СОВРЕМЕННАЯ ГЕОДИНАМИКА СТАРОБИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ***

Modern geodynamic features of deposit Starobin, such as tectonic, seismic, gas dynamic are considered. Influence of technogen factor on formation of intensity in a rocky file is determined.

При освоении минерально-сырьевых ресурсов литосферы особую актуальность приобретает проблема прогнозирования современных геодинамических процессов в районах эксплуатации месторождений полезных ископаемых. Анализ геодинамики подобных территорий предполагает изучение и картирование систем активных разломов, проявлений сейсмических и газодинамических явлений. В результате таких исследований составляются геодинамические модели месторождений минерального сырья - геологическая

* Авторы статьи - сотрудники кафедры динамической геологии.

основа для проведения эксплуатационных работ, решения вопросов рационального недропользования и планирования природоохранных мероприятий [1].

Одно из крупнейших в мире Старобинское месторождение калийных солей разрабатывается с 1963 г. Соленосная толща представлена переслаиваемыми пачек каменной соли и карбонатно-глинистых пород, иногда наблюдаются слои и пласты песчаников и алевролитов. В соленосном разрезе выделяется до 40 пачек, мощность которых изменяется от 2-5 до 50-70 м, а собственно соленосной толщ колеблется от нескольких десятков до 600 м и более. Надсолевая глинисто-мергелистая толща повсеместно залегает на соленосной и имеет мощность от 250 до 560 м. По литологическому составу она расчленяется на три подтолщи: нижнюю - гематитовую, среднюю - гипсоносную и верхнюю - глинисто-мергелистую (сланценосную). Мезокайнозойский комплекс представлен юрскими (развиты локально), меловыми, палеогеновыми и четвертичными отложениями. Это в основном глинисто-песчаные образования, за исключением отложений туронского яруса, которые сложены белым писчим мелом.

Многолетняя эксплуатация Старобинского месторождения калийных солей создала сложную эколого-геодинамическую обстановку в Солигорском горнопромышленном районе. В результате интенсивной отработки калийных горизонтов в земных недрах происходит перераспределение тектонических напряжений, что приводит к образованию систем трещин в породном массиве, возникновению локальных землетрясений, активизации газодинамических явлений. Возникновение техногенно обусловленных геодинамических процессов контролируется прежде всего дизъюнктивной тектоникой. В связи с этим изучение разломов, активных в позднеолигоцен-антропогеновое время (последние 30 млн лет), приобретает особую актуальность при решении проблем современной геодинамики и экогеологии промрайона.

Первоначально принятая многими исследователями пликративная модель строения Старобинского месторождения калийных солей [2] и объяснение зон структурных осложнений наличием флексурообразных перегибов были пересмотрены после вскрытия горными выработками участков интенсивного брекчирования и выпадения калийного горизонта на шахтном поле 2-го рудоправления (2 РУ). Это послужило основанием для интерпретации подобных флексурообразных элементов как зон разрывных нарушений [3].

Поскольку месторождение приурочено к северо-западной центриклинальной части Припятского прогиба, при выяснении пространственной дифференциации его разрывных нарушений изучалась дизъюнктивная тектоника Старобинской центриклинали в целом с привлечением аэрокосмогеологических, геолого-геофизических, сейсмических и данных горных работ.

На основании материалов дистанционного зондирования можно судить о новейшей активизации дизъюнктивов по их проявлениям в виде систем линейных элементов [4]. Последние отражают разрывы, флексурно-разрывные дислокации и зоны трещиноватости, проявившиеся на земной поверхности линейной ориентировкой компонентов ландшафта. Активные разломы находят отражение в размещении стратиграфо-генетических комплексов и фаций четвертичных отложений, характере поверхности доантропогеновых пород, в изменениях мощностей основных структурных подразделений мезокайнозойских образований. В зонах неотектонических нарушений отмечаются высокие значения и контрастность современных вертикальных движений земной поверхности. К таким линейным дислокациям приурочены эпицентры землетрясений [5, 6].

Анализ дизъюнктивной тектоники Старобинской центриклинали показывает, что преобладающее простирание активных разломов согласуется с «припятским» направлением, а также с ортогональной ориентировкой линейных структур 45-315°, отличавшихся наибольшей мобильностью в позднем оли-

гоцене - антропогене. Субширотные системы эшелонированных линейных элементов шириной 1-2,5 км расположены над зонами региональных и субрегиональных разломов платформенного этапа заложения: Червонослободским, Ляховичским и Речицким. Последние представляют собой разрывы сбросово-сдвигового типа с амплитудой смещения по поверхности фундамента от нескольких сотен метров до 1,1 км. Дизъюнктивный характер этих структур отчетливо обнаруживается в палеозойских отложениях, а в мезокайнозойской толще они выражены малоамплитудными разрывами (до 10-50 м) либо зонами повышенной трещиноватости горных пород. Краевой Северо-Припятский разлом, несмотря на значительную амплитуду смещения блоков фундамента (до 1,3 км) и высокую проявленность в палеозойских образованиях, аэрокосмогеологическими методами выделяется фрагментарно, что свидетельствует о его слабой неотектонической активности в северо-западной части Припятского прогиба [7].

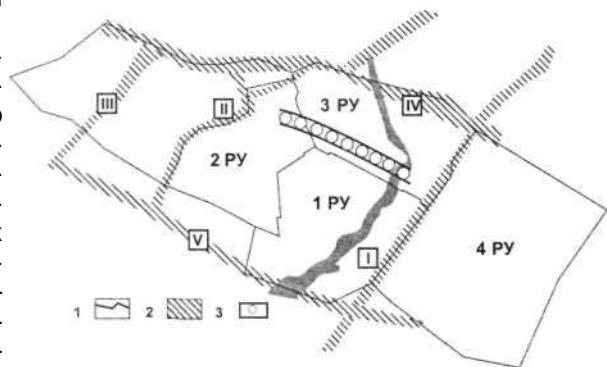
Среди активных разломов северо-восточного направления центральное место в дизъюнктивной неотектонике Старобинской центриклинали занимает доплатформенный Стоходско-Могилевский суперрегиональный разлом (азимут 45°), разделяющий структурные элементы кристаллического фундамента. Отмечается достаточно четкое отражение древнего докембрийского разлома в линейаментах земной поверхности, которые трассируются в виде протяженной зоны шириной в несколько километров.

Старобинское месторождение имеет ярко выраженное блоковое строение, в том числе и соленосных отложений [8, 9]. С севера месторождение ограничено субрегиональными Ляховичским и Глусским разломами. Между ними располагается серия разломов, амплитуды которых предположительно составляют 150-350 м. Все эти разломы, имеющие сложное построение, объединяются в Северную тектоническую зону. На юге месторождение ограничивается Южной тектонической зоной, выявленной по данным дистанционного зондирования и материалам сейсморазведки.

Непосредственно на месторождении прослежены Центральный, Северо-Западный и Северный (Гуляевский) разломы (рисунок), которые расчленяют его территорию на восточный, центральный, западный и северо-восточный блоки. В центральном блоке расположены шахтные поля 1, 2 и 3 РУ, в восточном - 4 РУ, в западном - Краснослободский участок. Западный блок Краснослободским разломом с амплитудой 30-80 м расчленяется на два более мелких блока. Центральный разлом является одним из звеньев протяженного Стоходско-Могилевского разлома, пересекающего большую часть территории Беларуси.

Изучение дизъюнктивной тектоники Старобинского месторождения калийных солей и одноименной центриклинали путем комплексного анализа результатов аэрокосмогеологических, геолого-геофизических, сейсмических исследований и данных горных работ позволяет сделать вывод о приуроченности эпицентров землетрясений, в том числе и техногенной природы, к узлам пересечения активных разломов литосферы.

Техногенные сейсмические явления обусловлены



Тектонические нарушения Старобинского месторождения:

1 – границы шахтных полей; 2 – зоны тектонических нарушений (I – Центральная, II – Северо-Западная, III – Западная, IV – Северная, V – Южная); 3 – линия максимального количества ГДЯ

локальным перераспределением регионального поля напряжений, происходящим при обрушении соленосных пород массой в несколько тысяч тонн. В результате возникают микроземлетрясения, энергетический класс (К) которых может достигать 6-7. К техногенным причинам возникновения чрезвычайных сейсмических ситуаций следует отнести также воздействие на верхнюю часть литосферы солеотвалов, шламохранилищ и Солигорского водохранилища [6, 9]. Землетрясения, характеризующиеся $K=8-9$ и более, вызваны концентрацией и разгрузкой напряжений, энергетическая подпитка которых, по-видимому, обусловлена сильными карпатскими или другими транзитными землетрясениями.

Регистрируемые в пределах Старобинского месторождения и прилегающих территорий сейсмособытия приурочены к дизъюнктивным дислокациям платформенного чехла и фундамента, имеющим в большинстве случаев азимут простирания 287° и 45° . Так, на пересечении Стоходско-Могилевского и Северо-Припятского разломов 2 декабря 1983 г. произошло ощутимое землетрясение ($K=9$). Серия микроземлетрясений со значениями $K \approx 7$ была зафиксирована в зоне Ляховичского и Червонослободского региональных разломов. Яркое сейсмособытие отмечено 15 марта 1998 г. в районе п. Погост. Очаг сотрясений радиусом 1,5-2 км находился в зоне Стоходско-Могилевского разлома, а землетрясение имело $K=8-8,5$ и интенсивность сотрясаемости земной поверхности - около 5 баллов [9].

За всю историю освоения месторождения непосредственно горными работами выявлено незначительное количество разрывных нарушений, что обусловлено существующими нормативами ведения подземных работ в притектонических зонах. Разломы, как правило, вскрывались, но не пересекались. Только в 2005 г. разведочной выработкой № 16 на III калийном горизонте (шахтное поле 2 РУ) вскрыт и пересечен на 40 м один из разломов Северо-Западной зоны тектонических нарушений, так называемый Кулисный, выявленный в результате переинтерпретации сейсморазведочных работ предыдущих лет (1973-2004). В горной выработке разлом представлен в виде значительной зоны брекчирования перемьятыми, разбитыми на блоки галопелитами. Вдоль выработки № 16 хорошо выделяется зона влияния Кулисного дизъюнктива длиной 90-100 м, характеризующаяся воздыманием III калийного горизонта, замещением пород второго силвинитового слоя каменной солью за 10 м до начала зоны брекчирования и появлением субвертикальных трещин.

При эксплуатации Старобинского месторождения выявлено широкое развитие трещиноватости пород и многочисленные (особенно во II калийном горизонте) зоны замещения силвинитов каменной солью. Трещины имеют ширину 1-2 см, иногда до 4-5 см. Развиты две системы простирания трещин: северо-восточная и субширотная. Зоны замещения в калийных горизонтах чаще всего приурочены к разрывным нарушениям и контурам выклинивания силвинитовых слоев [11, 12].

В калийных горизонтах Старобинского месторождения установлено присутствие под значительным давлением газов, в основном азота (до 90 % и более), метана и его гомологов в свободном и связанном (в виде микровключений) состоянии [13]. Всевозможные газодинамические явления (ГДЯ) осложняют очистные и проходческие работы в пределах всех шахтных полей РУП ПО «Беларуськалий». ГДЯ зафиксированы в пределах I (1 РУ) и III (1, 2, 3 и 4 РУ) калийных горизонтов и горизонта каменной соли -305 (1 РУ). За годы эксплуатации Старобинского месторождения произошло около 240 событий, связанных с ГДЯ. Все они в основном приурочены к III калийному горизонту. В статистическом массиве ГДЯ по шахтному полю 1 РУ значительное место занимают обрушения и отжимы (64 и 18 % соответственно). На шахтном поле 4 РУ задокументировано только 5 достоверно подтвержденных ГДЯ комбинированного типа. Большинство газодинамических феноменов зафиксировано в центральной части Центрального тектонического блока (сочленение шахтных полей 1, 2 и 3 РУ) на значительном расстоянии от Северо-Западной и

Северной тектонических зон. Причины подобной дифференциации обусловлены не только геологическими особенностями породного массива, но и в значительной степени техногенной нагрузкой [13]. Проявления ГДЯ приурочены к галит-галопелитовой фации нижней части глинисто-карналлитового пласта. Природа ГДЯ, по-видимому, связана не только с седиментационными и постседиментационными изменениями геологического пространства, но и со значительной техногенной нагрузкой на породный массив в процессе эксплуатации месторождения. Над горными выработками формируются зоны повышенной дезинтеграции пород, что выражается в общем увеличении проницаемости. Подобные зоны в нижней части глинисто-карналлитового пласта представляют собой «магистраль» для миграции газонасыщенных флюидов.

Движение флюидов происходит как по латерали, так и по вертикали, в последнем случае по вышележащим промышленным горизонтам наблюдаются повышенные дебиты рассолов в выработках (определено по мониторинговым исследованиям в восстающих скважинах II калийного горизонта) и различной интенсивности ГДЯ (соляной горизонт -305, I калийный горизонт). При латеральном движении газосодержащих облаков газ аккумулируется в местах значительной мощности и глинистости нижней части глинисто-карналлитового пласта. Максимальные процессы «оседания облаков» зафиксированы в локальных синклиналях по нижнему силвинитовому пласту III калийного горизонта (геологические нарушения типа «мульда»). Подобный латеральный механизм миграции флюидов предположен для Верхнекамского месторождения, правда отнесенный российскими исследователями к катагенетической стадии преобразования породного массива [14].

Таким образом, современная геодинамика Старобинского месторождения определяется рядом факторов: сложным тектоническим строением; проявлением разломов как в кристаллическом фундаменте, так и в соленосной толще и вышележащих отложениях относительно высокой сейсмичностью центриклинали развитием ГДЯ и техногенными явлениями, связанными с крупномасштабной отработкой калийных солей, наличием многотоннажных солеотвалов, шламохранилищ.

1. Николаев Н.И. Новейшая тектоника и геодинамика литосферы. М., 1988.
2. Иванов А.А., Левицкий Ю.Ф., Баязитов С.Х., Банченко М.С. // Материалы по геологии соляных месторождений. Л., 1961.
3. Кислик В.З., Высоцкий Э.А., Ерошина Д.М., Зеленцов И.И. // Разломы Белоруссии и Прибалтики. Мн., 1974. С. 84.
4. Михайлов В.И., Тяшкевич И.А., Боборыкин А.М. // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. 1991. № 5. С. 45
5. Губин В.Н. // Природопользование в условиях дифференцированного антропогенного воздействия. Мн.; Сосновец, 2000. С. 124.
6. Демидович Л.А., Высоцкий Э.А. // Сейсмологические исследования на западе СССР. Мн., 1993. С. 59.
7. Губин В.Н. // Калийные соли Беларуси: Состояние освоения месторождений, перспективы развития, проблемы: Тез. докл. науч.-практ. конф. Мн., 1999. С. 53.
8. Рудковский Р.Р., Малеева Т.М. // Проблемы минерации платформенного чехла и кристаллического фундамента БССР: Сб. науч. тр. Мн., 1986. С. 108.
9. Месторождения калийных солей Беларуси: геология и рациональное недропользование / Э.А. Высоцкий. В.Н. Губин, А.Д. Смычник и др. Мн., 2003.
10. Высоцкий Э.А., Смычник А.Д., Губин В.Н. // Горный журн. 2003. №7. С. 35.
11. П. Кислик В.З. // Проблемы прогноза, поисков и разведки месторождений агрохимического сырья СССР. М., 1971. С. 209.
12. Кутырло В.Э. // Вестн. БГУ. Сер. 2. 2005. №3. С. 46.
13. Проскуряков Р.С., Пермьяков Н.М. Внезапные выбросы соли и газа. Л., 1972.
14. Кутырло В.Э. // Вестн. БГУ. Сер. 2. 2005. № 2. С. 102.
15. Андрейко С.С., Кудряшев А.И. // Геология и освоение ресурсов галогенных формаций. Мн., 2001. С. 78.

Поступила в редакцию 27.06.06.

Валерий Николаевич Губин - доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой. Область научных интересов: региональная геология, дистанционное зондирование Земли, эколого-геологические исследования и рациональное недропользование. Автор 190 научных работ, в том числе 9 монографий и 8 учебных пособий.

Эдуард Александрович Высоцкий - доктор геолого-минералогических наук, профессор. Область научных интересов: геология и тектоника соленосных формаций, прогнозирование месторождений полезных ископаемых и рациональное недропользование. Автор более 250 научных работ, в том числе 8 монографий и 5 учебных пособий.

Виталий Эдуардович Кутырло - аспирант. Область научных интересов: геология, тектоника и экогеология месторождений калийных солей, применение геоинформационных систем в геологических исследованиях. Автор более 10 научных работ. Научный руководитель - Э.А. Высоцкий.