

направлении, сопряжены с Малыньско-Туровским, Пержанско-Симоновичским и Первомайско-Заозерным региональными разломами доплатформенного этапа заложения и свидетельствуют об их новейшей активизации. Участки пересечения этих разломов с кольцевыми линеаментами Полесской мегаструктуры возможно связаны с глубинными очагами генерации углеводородов и с этой точки зрения являются нефтегазоперспективными.

Космоструктурное картирование позволило провести в пределах отдельных площадей Внутреннего грабена Припятского прогиба корректировку существующих структурных карт по нефтеносным комплексам платформенного чехла и создать новые модели 2D с дальнейшей их геолого-геофизической интерпретацией в ходе нефтепоисковых работ. В ближайшей перспективе с целью выявления объектов для поисков залежей глубинных углеводородов следует активизировать космоструктурное картирование в пределах Внутреннего грабена Припятского прогиба на площадях, приуроченных к северному сег-

менту Полесской кольцевой структуры. При этом необходимо обратить внимание Туровской депрессии Внутреннего грабена. В связи со слабой геолого-геофизической изученностью этой территории актуальна проблема оценки перспектив ее нефтегазоносности на основе комплексирования дистанционных и сейсмогеологических методов.

Список литературы

1. Айзберг Р.Е., Старчик Т.А. Синрифтовая геодинамика Припятского прогиба. – Минск: Белорусская наука, 2013. – 146 с.
2. Губин В.Н. Космогеологические критерии прогноза нефтеносности Припятского палеорифта // Вестн. БГУ. – Сер. 2. – 2011. – № 3. – С. 106–109.
3. Конищев В.С. Критерии и перспективы нефтегазоносности осадочных бассейнов Беларуси. – Минск: Экономпресс, 2012. – 163 с.
4. Кудрявцев Н.А. Генезис нефти. – Л.: Недра, 1973. – 216 с.
5. Левков Э.А. Гляциотектоника. – Минск: Наука и техника, 1980. – 260 с.
6. Смирнова М.Н. Нефтегазоносные кольцевые структуры и научно-методические аспекты их изучения // Геология нефти и газа. – 1997. – № 9. – С. 51–55.

*Дятлова Е.М., Попов Р.Ю., Сергеевич О.А.*

**ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КАОЛИНОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ «СИТНИЦА» И «ДЕДОВКА» И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет»,  
Минск, Беларусь  
E-mail: rospopov@mail.ru

*АННОТАЦИЯ. Рассмотрены химические, минералогические и технологические особенности каолинов Республики Беларусь двух крупнейших месторождений каолинов «Ситница» и «Дедовка». Определены сферы и условия их применения.*

**ВВЕДЕНИЕ**

Каолины достаточно широко применяются в керамической промышленности для производства фарфоровых и фаянсовых изделий. В электротехнике каолины применяются для производства изоляторов. Также они широко используются в алюминиевой, бумажной, текстильной, кабельной и резиновой, химической и мыловаренной промышленности, в парфюмерии, в производстве карандашей, красок (как наполнитель) и др. Без обогащения первичные каолины применяют в производст-

ве кислотостойких огнеупоров, фаянса и строительной керамики. Шире и в больших объемах используют обогащенные каолины: в бумажной промышленности, производстве керамики. Они являются одним из важнейших компонентов фарфорово-фаянсового производства (изготовление хозяйственно-бытового, электротехнического, художественного фарфора и санитарно-строительного, хозяйственного и технического фаянса).

Каолины характеризуются меньшей, чем глины, пластичностью и повышенной белизной обожженного черепка.

В Республике Беларусь нет эксплуатируемых месторождений каолиновых глин, поэтому белорусские потребители каолина традиционно ориентированы на поставки сырья из Украины (занимает первое место по выпуску каолиновых продуктов среди стран ближнего зарубежья – 1,0 млн т.). Использование дорогостоящего импортного каолинового сырья существенно влияет на технико-экономические показатели отечественных производителей и тормозит развитие импортозамещающих производств в республике в целом. Поэтому проблема создания собственной минерально-сырьевой базы каолинового и огнеупорного сырья и перспективных технологий по переработке, глубокому обогащению и модификации природных каолинов белорусских месторождений весьма актуальна.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследованы структурные особенности, поведение при нагревании в широком температурном интервале, а также сравнительные дилатометрические, деформационные и другие термомеханические характеристики природных и обогащенных каолинов месторождений «Ситница» и «Дедовка». Изучены структурно-фазовые превращения в природных и обогащенных каолинах РБ, подвергнутых термической обработке в интервале температур 1100–1400 °С в сравнении с зарубежным аналогом – просняновском каолином (Украина). Использованы рентгенофазовый, дифференциально-термический анализ, инфракрасная спектроскопия, оптическая и электронная микроскопия, дилатометрия и др. методы исследования основных свойств каолинов и продуктов на их основе.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Проявления каолинов и перспективные площади на каолины в республике впервые были выявлены в 1957–1961 гг. в пределах Микашевичско-Житковичского горста.

Каолины месторождения «Ситница» входят в состав вскрышных пород одноименного месторождения строительного камня и приурочены к коре выветривания пород кристаллического фундамента Микашевичско-Житковичского выступа. Полезное ископаемое месторождения «Ситница» относится к мало-железистой разновидности каолинов и состоит из песчано-глинистых частиц с примесью дресвы. Каолин-сырец имеет невыдержанный грануло-

метрический состав. Большое количество механических примесей исключает использование полезного ископаемого в природном виде в большинстве отраслей промышленности. Огнеупорность полезного ископаемого во всех случаях превышает 1500 °С, что дает возможность отнести его к тугоплавкому типу сырья. При этом, около 25 % проб имеют показатели более 1580 °С, что соответствует огнеупорной группе.

Месторождение «Дедовка» расположено в Житковичском районе Гомельской области. Вскрышные породы представлены тонко-, мелко-, неравномернозернистыми песками с прослоями глин, супесей, суглинков и алевритами.

Каолины всех рассмотренных выше месторождений по большинству показателей не соответствуют действующим ГОСТам. Однако опыт применения каолинов показывает, что для каждого из месторождений возможна разработка индивидуальной технологии обогащения каолинов с использованием их для конкретных целей. При таком подходе каолины Беларуси могут быть востребованы промышленностью. Всего запасы каолина-сырца в Беларуси составляют порядка – 25,09 млн т, продукта обогащения – 9,72 млн т.

Химический состав каолинового сырья представлен следующими оксидами для каолина «Ситница», мас. %:  $\text{SiO}_2$  – 72,31;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 16,03;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 2,12;  $\text{TiO}_2$  – 0,49;  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 0,06;  $\text{CaO}$  – 0,43;  $\text{MgO}$  – 0,83;  $\text{SO}_3$  – 0,44;  $\text{Na}_2\text{O}$  – 0,33;  $\text{K}_2\text{O}$  – 2,82; п.п.п. – 4,39; «Дедовка»:  $\text{SiO}_2$  – 70,30;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 19,00;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 0,46;  $\text{TiO}_2$  – 0,26;  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 0,06;  $\text{CaO}$  – 0,09;  $\text{SO}_3$  – 0,02;  $\text{Na}_2\text{O}$  – 0,10;  $\text{K}_2\text{O}$  – 6,02; п.п.п. – 3,99. Таким образом, для использования белорусских каолинов в керамической промышленности необходимо повышение их качественных характеристик (кондиционности), что может быть достигнуто обогащением. Минералогический состав природных каолинов месторождения «Ситница» представлен в основном каолинитом. Примесными минералами являются кварц в значительном количестве и полевошпатовые включения. Минералогический состав перичных каолинов месторождения «Дедовка» представлен каолинитом с примесными минералами кварца и гидрослюд, а также незначительным содержанием полевошпатовых включений. По содержанию  $\text{Al}_2\text{O}_3$  в прокаленном состоянии каолины относятся к группе полукислого

сырья, с высоким содержанием  $\text{SiO}_2$  (до 60–70 %), по содержанию красящих оксидов ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$ ) первичные каолины «Дедовка» относятся к группе с низким содержанием красящих оксидов, каолины «Ситница» – к группе со средним содержанием красящих оксидов.

Фазовые превращения, происходящие в каолинах в температурном интервале 20–1400 °С, были изучены с помощью дифференциально-термического анализа. Отмечается, что ход кривых природных и обогащенных мокрым способом каолинов аналогичен, однако в природных каолинах выше 800 °С фиксируется некоторое отклонение от линейной зависимости, что может быть вызвано процессами разложения примесной части сырья. До температуры 100 °С в обогащенном сырье, а до 230 °С в природном происходит удаление физически связанной воды. Кроме того, в указанном температурном интервале может происходить изменения в минерале галлуазите, имеющего состав, близкий каолиниту и играющий роль примеси. Интенсивный эндоэффект в области температур 500–600 °С соответствует разрушению решетки каолинита при отщеплении и удалении из него кристаллизационной воды вследствие разложения каолинита с образованием метакаолинита. Каолинит, лишенный химически связанной влаги, необратимо теряет пластичность. На кривой природных каолинов в данной температурной области наблюдаются два эндотермических эффекта – 516 °С и 575 °С. Если первый эффект можно интерпретировать разложением каолинита, то второй объясняется полиморфными превращениями кварца, в избытке находящегося в природном сырье. Экзотермический эффект в интервале температур 978–1030 °С связан с протекающими процессами муллитизации. Происходит диссоциация метакаолинита с последующим объединением однородных структурных единиц  $[\text{SiO}_4]$  и  $[\text{AlO}_4]$  в более или менее протяженные группировки аморфных веществ и одновременным ростом равнозначности внутри тетраэдрических связей. Параллельно иногда кристаллизуется небольшое количество  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  или муллитоподобной фазы. Нет четкой аргументации экзотермического эффекта при 950–980 °С. Наиболее вероятно, что источник энергии экзотермии – свободная

энергия метакаолинита. При 700–1000 °С карбонаты диссоциируют с выделением углекислоты, сульфиды окисляются с образованием сернистого газа, органические примеси выгорают. При температуре выше 1100 °С с выделением тепла метакаолинит перестраивается с образованием муллита по реакции:  $3[\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2] \rightarrow 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 + 4\text{SiO}_2$ .

ИК-спектроскопическое исследование в области частот 400–4000  $\text{см}^{-1}$  позволило расширить сведения о структурных особенностях природных и обогащенных каолинов Беларуси и установить, что они имеют показатель кристалличности (по Хинкли) менее 1, что свидетельствует о несовершенстве их структуры. В обогащенном состоянии эти каолины по показателям степени кристалличности и другим структурным факторам близки к традиционному каолиниту, что расширяет возможности их применения.

На кафедре технологии стекла и керамики БГТУ проведены работы по исследованию возможности использования каолинов указанных месторождений для получения керамики строительного (плитка для облицовки стен и полов, фасадная плитка, керамический кирпич с улучшенными термомеханическими характеристиками) и технического назначения (термостойкая керамика, огнеупоры). Исследования разработанных составов масс, включающих указанные каолины, показывают, что керамические изделия, полученные на их основе, не уступают по своим техническим характеристикам зарубежным аналогам. Проведенные испытания в промышленных условиях каолинов и керамических изделий, включающих указанный компонент, показывают перспективность их применения, создают предпосылки для вовлечения каолинового сырья отечественных месторождений (природного и обогащенного) в керамическую отрасль, обеспечивают условия для организации производства керамики технического назначения (термостойкой и огнеупорной) у нас в стране. Отмечается, что для получения последних существует необходимость проведения обогащения каолинов, причем, по нашему мнению, оптимальным для этих целей является мокрый способ, поскольку позволяет существенно снизить содержание кварцевой составляющей, в значительном количестве присутствующей в отечественном сырье.