

УДК 661.8; 678.5

**И.Г.Крутько**, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., **В.А. Колбаса**, **К.А. Сацюк**  
(ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет»)

### **ВЫБОР СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ТВЕРДЫХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ПЕН НА ОСНОВЕ КАМЕННОУГОЛЬНОГО ПЕКА**

*В статье обосновывается выбор прессовой технологии для получения твердых углеводородных пен на основе каменноугольного пека. Рассматриваются стадии получения пековых пен, а также основные факторы, которые влияют на процесс вспенивания.*

**Ключевые слова:** каменноугольный пек, модификация, пековые пены, газообразователи, вспенивание, прессовая технология.

Предварительные исследования [1,2] показали, что модифицированный каменноугольный пек как термопластичный материал, проявляющий полимерные свойства, может быть использован для получения твердых углеводородных пен.

Твердые углеводородные пены (пековые пены) – это композиционные материалы на основе каменноугольного пека, содержащие в своем составе газовую фазу. Основной структуры газонаполненного материала является газоструктурный элемент (ГСЭ), состоящий из газовой ячейки, а также стенок и ребер из пекополимерной фазы, который повторяется с определенной периодичностью в объеме материала.

В зависимости от строения ГСЭ структура материала может быть закрытопористой (пекопенопласт) и открытопористой (пекопоропласт).

Формирование газосодержащей структуры твердой углеводородной пены осуществляется путем вспенивания в присутствии химического газообразователя. Известно два механизма вспенивания: диспергирование газовой фазы в жидкой системе (метод дисперсии) и конденсация (выделение) растворенной газовой фазы из жидкофазной системы.

Учитывая, что модифицированный каменноугольный пек при температуре вспенивания 125–150°C представляет собой вязкий расплав (вязкость 55-190 Па·с) [3,4] при получении твердых пен реализуется метод конденсации. Этот механизм включает в себя несколько стадий: распределение газообразователя в модифицированном пеке, растворение образующегося газа, равномерное распределение растворенного газа в объеме системы, зарождение газовых пузырьков, фиксация структуры газосодержащего.

Фиксация образовавшейся макроструктуры вспененного пека происходит вследствие изменения химической природы материала в результате протекания химических реакций и охлаждения. При охлаждении увеличивается вязкость жидкой матрицы вплоть до потери текучести, т.е. превращение жидкой матрицы в жесткий материал.

Вспенивание можно вести в неограниченном (свободное вспенивание) или в замкнутом (ограниченное вспенивание) объеме. Метод вспенивания влияет на качество газонаполненного материала. При выборе способа вспенивания каменноугольного пека необходимо учитывать особенности его структуры и свойств, а также характеристику применяемого газообразователя.

Метод свободного вспенивания с использованием химических газообразователей (ХГО) основан на засыпке в форму порошкообразной

твердой массы или заливки жидкой массы, которая затем при атмосферном давлении и нагревании плавится (для твердой массы), вспенивается и заполняет весь объем формы пеной. Подъем пены (вспенивание) требует длительного прогрева, и для изделий, полученных по этому способу, характерно образование плотной поверхностной корки, вследствие диффузии из нее поверхностных пузырьков газа [5].

Свободное вспенивание каменноугольного пека с использованием смеси гидрокарбонатов натрия и аммония позволило получить легкую твердую пену (кажущаяся плотность  $100 \text{ кг/м}^3$ ). При использовании в качестве газообразователя стеариновой кислоты и карбоната кальция получили твердую пену средней плотности ( $400 \text{ кг/м}^3$ ). Однако пена характеризовалась неоднородностью и наличием пор большого размера (до 10 мм) и низкой механической прочностью.

Известно, что высокой однородностью структуры и повышенными механическими характеристиками обладают пенопласты, изготовленные методом вспенивания в замкнутом объеме (прессовая технология). Поэтому для вспенивания каменноугольного пека была выбрана прессовая технология.

По прессовой технологии расплав каменноугольного пека с химическим газообразователем нагревается и выдерживается под давлением (для подавления вспенивания) до полного разложения ХГО и растворения газообразных продуктов в пеке. Затем при сбросе давления происходит вспенивание. Структура фиксируется в результате повышения вязкости пека при охлаждении. Отсутствие свободной поверхности у пены и высокая скорость ее подъема снижают возможность образования плотной корки.

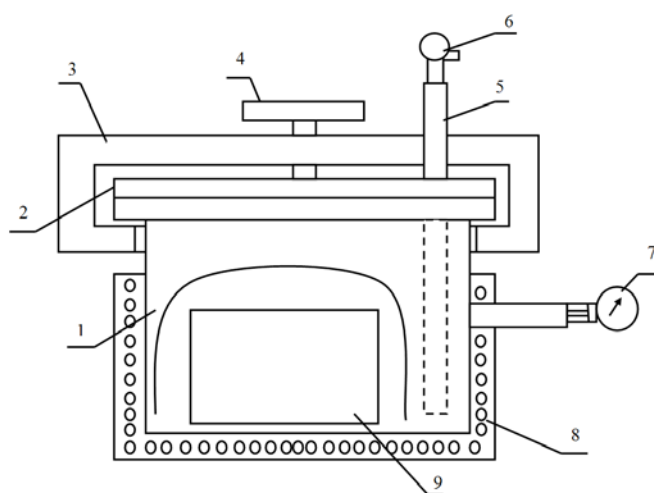
Структура и свойства газонаполненных материалов зависят от многих факторов, но температура и давление являются наиболее важными.

Способ получения пековой пены включает в себя несколько стадий. Первая стадия измельчение и смешение компонентов. Эта стадия является одной из определяющих стадий, влияющих на качество вспененного

материала.

Отсутствие перемешивания при расплавлении массы вызывает необходимость тщательно распределять ХГО по объему пека и необходимость тонкого измельчения компонентов. На этой стадии используется шаровая мельница, в которой смешение совмещается с измельчением.

Следующие стадии: уплотнение порошковой массы в форме для вспенивания и размещение ее в сосуде высокого давления – автоклаве (рис.1); нагревание смеси до температуры выше температуры плавления пека; выдержка



**Рис.1.** Аппарат для вспенивания пека по прессовой технологии: 1 – корпус; 2 – крышка; 3 – скоба; 4 – винт; 5 – гильза под термопару; 6 – термопара; 7 – манометр; 8 – электронагреватель; 9 – форма для вспенивания

расплава в автоклаве под давлением в течение времени, необходимым для разложения газообразователя. На стадии выдержки происходит разложение ХГО и растворение выделяющихся газов в пеке, который должен находиться в вязкотекучем состоянии.

Для расширения пека и образования пены внешнее давление понижают до давления декомпрессии. Давление и температура декомпрессии выбираются таким образом, чтобы пек находился в высокоэластичном состоянии. Вязкость пека должна быть, с одной стороны, достаточно низкой для образования газовых пузырьков, а, с другой стороны, не настолько, чтобы газ выходил из пекополимерной матрицы.

Процесс образования пековой пены заканчивается после ее охлаждения до комнатной температуры с определенной скоростью.

Давление разложения, которое зависит от свойств компонентов и ХГО, выбирают так, чтобы пена полностью заполнила форму (1–10 атм). Процесс вспенивания пекополимерной композиции можно представить как сумму элементарных актов расширения большого количества газовых пузырьков. При слишком низком давлении могут образовываться чрезмерно большие полости. Если давление очень высокое, то масса не полностью расширяется и пековая пена имеет низкую пористость.

В процессе пенообразования необходимо строгое соответствие кинетики газовой выделения и роста ячеек с изменением вязкости. Асинхронность этих процессов затрудняет получение пеноматериала с устойчивой равномерной ячеистой структурой. В низковязкой массе при быстром разложении ХГО разрушаются стенки ячеек, газ улетучивается и получается материал с крупноячеистой структурой. Наоборот, выделение газа в высоковязкой среде приводит к неравномерному вспениванию, поскольку пекополимерная матрица не способна к высокоэластичной деформации. Это может привести к получению тяжелых пековых пен.

Температура разложения ХГО зависит от вида газообразователя и находится в интервале 100–180°C. При этих температурах пек находится в высокоэластичном и вязкотекучем состоянии, т.е. имеет вязкость, обеспечивающую образование пены. Продолжительность разложения зависит от температуры и должна обеспечить полное разложение газообразователя. Химические газообразователи должны разлагаться в интервале 100–180°C, их количество составляет 1–10% от массы пека.

При выборе температуры декомпрессии необходимо найти баланс: пек должен быть достаточно вязким, чтобы сохранить свою форму, и достаточно жидким, чтобы мог быть расширен. Учитывая реологические свойства пекополимерной матрицы температура декомпрессии может находиться в интервале 90–150°C. При декомпрессии давление понижают до 0,5–2 атм.

По разработанному способу получения твердых углеводородных пен планируется проведение исследования процесса вспенивания и установления зависимостей между объемными изменениями композиции и избыточным давлением, а также температурой и характеристикой полученных пековых пен.

### Список использованной литературы

1. Крутько И.Г., Колбаса В.А. О возможности получения твердых пен на основе модифицированного каменноугольного пека. // Наукові праці ДонНТУ. Серія: Хімія і хімічна технологія. Донецьк: ДонНТУ – 2013. – №2(21). – с.156-161.

2. Крутько І.Г. Теоретичні передумови використання кам'яновугільного піку як полімерного матеріалу / І.Г. Крутько, В.Ю. Каулін // Наукові праці ДонНТУ. Серія: Хімія і хімічна технологія. – 2010. - №15 (163). – С.126-130.

3. Крутько І.Г. Реологічні дослідження модифікованих кам'яновугільних пеків / І.Г. Крутько, В.Ю. Каулін, К.О. Сацюк // Наукові праці ДонНТУ. Серія: Хімія і хімічна технологія. – 2011. - №16 (184). – С.150-158.

4. Крутько І.Г. Термічний аналіз модифікованих кам'яновугільних пеків / І.Г. Крутько, В.Ю. Каулін, К.О. Сацюк // Наукові праці ДонНТУ. Серія: Хімія і хімічна технологія. – 2012. - №19 (199). – С.133-138.

5. Чухланов В.Ю. Газонаполненные пластмассы: учебное пособие / В. Ю. Чухланов, Ю. Т. Панов, А. В. Синявин, Е. В. Ермолаева // Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2008. – 152 с.

Надійшла до редколегії 20.02.2014.

### **Крутько І.Г., Колбаса В.О., Сацюк К.О. ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ТВЕРДИХ ВУГЛЕВОДНЕВИХ ПІН НА ОСНОВІ КАМ'ЯНОВУГІЛЬНОГО ПЕКУ**

*У статті обґрунтовується вибір пресової технології для отримання твердих вуглеводневих пін на основі кам'яновугільного пеків. Розглядаються стадії отримання пекових пін, а також основні чинники, які впливають на процес вспінювання.*

**Ключові слова:** кам'яновугільний пек, модифікація, пекові піни, газоутворювачі, вспінювання, пресова технологія.

### **I. Krutko, V. Kolbasa, K. Satsyuk SELECTION PROCESS FOR PRODUCING SOLID HYDROCARBON FOAMS BASED ON COAL TAR PITCH**

*Solid hydrocarbon foams (pitch foams) are composite materials based on coal tar pitch containing in its composition the gas phase.*

*Possible methods of solid hydrocarbon foams producing based on coal tar pitch are observed in article. Disadvantages of methods are also considered. On the basis of preliminary studies extrusion technology was selected for coal tar pitch foaming. According to extrusion technology the liquor of coal tar pitch with a chemical gasifier agent is heated and maintained under pressure until complete decomposition of CGA and dissolving of gaseous products in coal tar pitch. Then, while pressure reset the foaming process occurs. The structure is fixed by viscosity increasing of coal tar pitch during cooling. Absence of free surface in foam and high speed of its lift reduces the possibility of dense crust formation.*

*Structure and properties of gas-filled materials depend on many factors, but the temperature and pressure are the most important.*

*Also contemplated stages of pitch foams production: size reduction and mixing of components, compression the powder mass to form for foaming and its placing in a pressure vessel, heating the mixture to a temperature above the melting point of coal tar pitch, soaking the liquor under pressure in an autoclave for the time necessary for decomposition of gasifier agent .*

**Keywords:** coal tar pitch, modification, pitch foams, gasifier agents, foaming, extrusion technology.

**Крутько Ирина Григорьевна** – канд.техн.наук, ст.науч.сотр., доцент кафедри «Химическая технология топлива», ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, Украина, e-mail: [techlab@ukr.net](mailto:techlab@ukr.net)

**Колбаса Виктория Александровна** – аспирант кафедри «Химическая технология топлива», ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, Украина, e-mail: [Vikula.KA@mail.ru](mailto:Vikula.KA@mail.ru)

**Сацюк Константин Александрович** – директор НПО «Технодон», г. Донецк, Украина, e-mail: [techks@ukr.net](mailto:techks@ukr.net).