

УДК 665.777.4

**ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОБАВОК АКТИВНОГО ИЛА, НЕФТЯНОГО КОКСА  
И ВСПЕНЕННОГО ПОЛИСТИРОЛА НА ТВЕРДОСТЬ ТОПЛИВНЫХ ПЕЛЛЕТ  
НА ОСНОВЕ ГИДРОЛИЗНОГО ЛИГНИНА**

***В. А. ЕМЕЛЬЯНОВА, А. М. ЕМЕЛЬЯНОВ***  
***(Представлено: канд. техн. наук, доц. А. А. ЕРМАК)***

*Рассмотрен состав и способы утилизации гидролизного лигнина, показан перспективный способ по его переработки. Проведены исследования по влиянию добавок активного ила, нефтяного кокса и вспененного полистирола на твердость и влагопоглощение топливных пеллет на основе лигнина.*

**Введение.** Одним из крупнотоннажных отходов химической переработки древесины является гидролизный лигнин [1]. На территории Республики Беларусь в отвалах, которые занимают значительные площади и представляют опасность для окружающей среды, накопилось значительное количество гидролизного лигнина, достаточное для промышленной переработки.

Проблема утилизации гидролизного лигнина существует, начиная с создания микробиологической отрасли, и кардинально не решена до настоящего времени, несмотря на многочисленные способы его переработки, в том числе реализованные в промышленности.

Основными направлениями переработки гидролизного лигнина являются:

- использование в натуральной форме (в черной и цветной металлургии, в производстве легковесных оgneупорных изделий, при получении бытового топлива, в качестве адсорбента и др.),
  - после термической переработки (получение лигниновых, активных и гранулированных углей),
  - после химической переработки (получение нитролигнина и его модификаций, коллактивита, биологически активных веществ)
- в качестве энергетического топлива [2].

**Основная часть.** Гидролизный лигнин имеет неоднородный и сложный состав, который зависит от вида сырья и применяемых технологических режимов гидролиза. В нем содержится собственно лигнин, значительно измененный при гидролизе (40-88 % масс.), трудногидролизуемые полисахариды (13-45 % масс.), смолистые и гуминоподобные вещества (5-19 % масс.), зольные элементы (0,5-10 % масс.). Также в нем присутствует часть сохранившихся при гидролизе моносахаридов, остатки минеральных и органических кислот, следы фурфурола, азотистые и другие вещества. По своей структуре гидролизный лигнин существенно отличается от нативного лигнина древесины и является наиболее конденсированным полимером из всех технических лигнинов [1].

В то же время гидролизный лигнин содержит те же основные компоненты, что и древесина, но меньшее количество полисахаридов и большее - негидролизуемого при гидролитической обработке собственно лигнина, т. е. представляет собой древесину после гидролизной обработки (растительную биомассу) и аналогичен по свойствам при сгорании древесине. Поэтому перспективным способом утилизации гидролизного лигнина является производство брикетов топливных и пеллет [2].

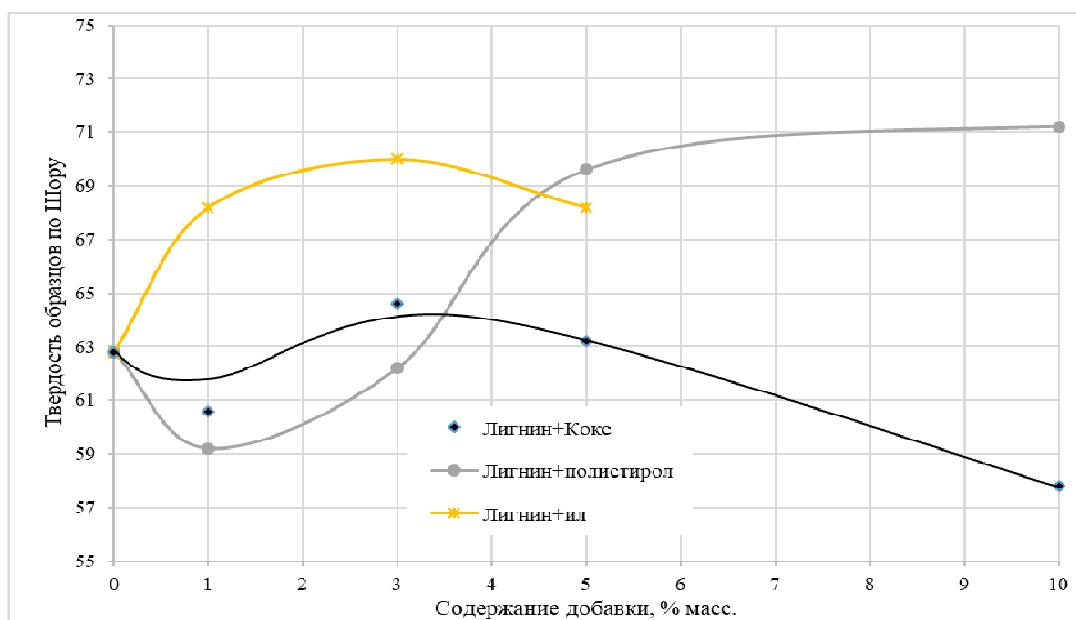
Качество топливных пеллет из гидролизного лигнина зависит от многих факторов, среди которых можно выделить следующие: влажность, зольность, породный и фракционный состав исходного древесного сырья, технологические факторы получения пеллет. Одним из важных показателей качества таких пеллет является их механическая прочность, так как при хранении и транспортировке пеллет нижние слои испытывают высокое давление и крошатся, образуя пылевидную фракцию, что приводит к ухудшению внешнего вида пеллет и их свойств как топлива - снижению энергоэффективности [3].

**Экспериментальная часть.** Для проведения исследования были подготовлены образцы избыточного активного ила очистных сооружений, высокосернистого нефтяного кокса, вспененного полистирола и гидролизного лигнина, а также смеси на их основе. Предварительно активный ил подвергалась сушке при 105°C для снижения влажности образцов и снижения биологической опасности ила. Также нефтяной кокс и полистирол измельчались для получения фракции с размером частиц не более 3мм. После предварительной подготовки сырьевых компонентов, они смешивались в определенных пропорциях и подвергались горячему формированию для получения топливных пеллет различного состава.

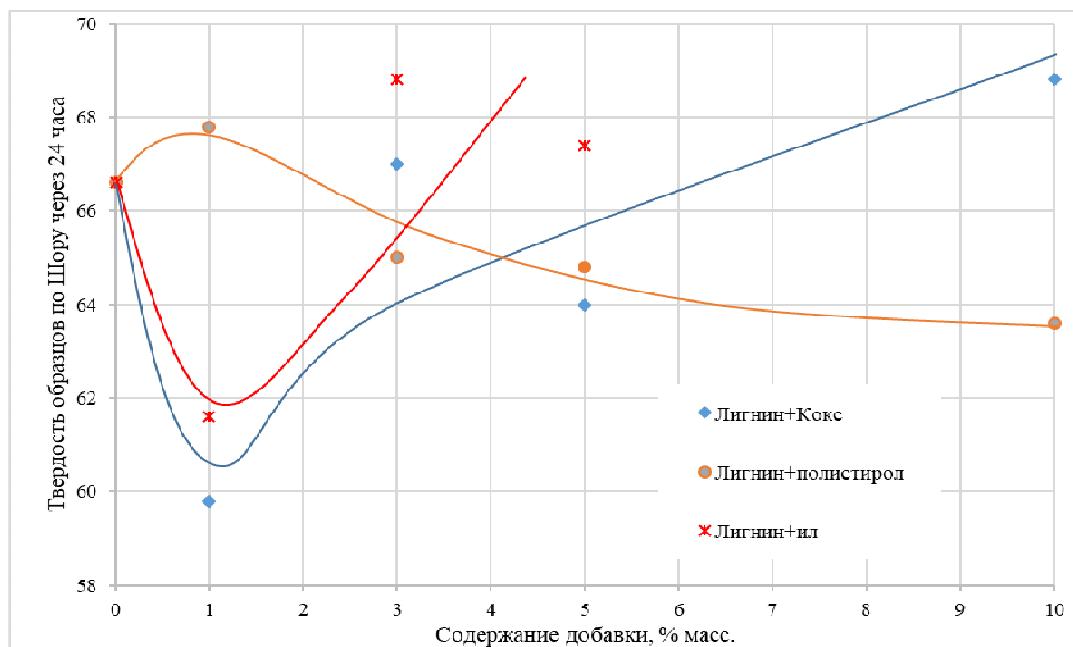
Для изучения твердости по Шору полученных пеллет использовался дюрометр типа D. Исследования твердости образцов проводились сразу после получения пеллет, а также после выдерживания образцов в течении суток при влажности 80% и температуре 20°C в озоновой камере старения производителя TEMP&HUMI.

На рисунках 1-3 показано влияние добавок активного ила, нефтяного кокса и вспененного полистирола на твердость и влагопоглощение гидролизного лигнина.

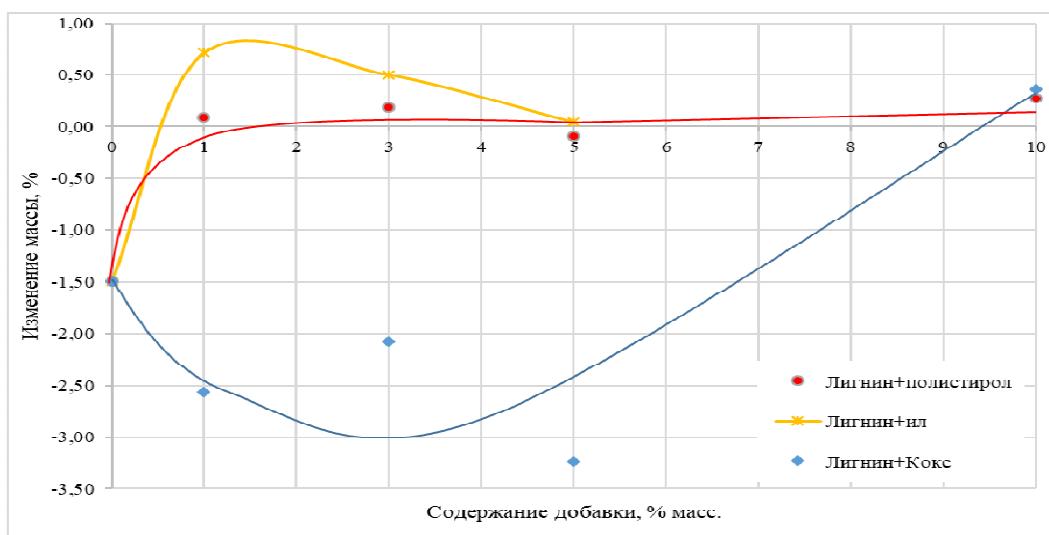
На основе проведенных исследований можно сказать, что добавление 10% масс. нефтяного кокса к гидролизному лигнину приводит к увеличению твердости после нахождения в озоновой камере, однако данное количество нефтяного кокса в смеси значительно увеличивает влагопоглощение получаемых пеллет. Аналогичные свойства проявляют образцы, содержащие 3-5% масс. активного ила в смеси с гидролизным лигнином, причем смеси с активным илом показывают увеличенное влагопоглощение по сравнению со смесями нефтяного кокса и полистирола. Если рассматривать образцы, содержащие полистирол, то можно сказать, что максимальную твердость и влагопоглощение показывают образцы с содержанием 5-10%масс. полистирола, однако с течением времени твердость таких пеллет значительно снижается.



**Рисунок 1. – Влияние содержания активного ила, нефтяного кокса и вспененного полистирола на твердость смесей с гидролизного лигнина**



**Рисунок 2. – Влияние содержания активного ила, нефтяного кокса и вспененного полистирола на твердость смесей с гидролизного лигнина после озоновой камеры старения**



**Рисунок 3. – Влияние содержания активного ила, нефтяного кокса и вспененного полистирола на влагопоглощение смесей с гидролизным лигнином после озоновой камеры старения**

**Вывод.** Проведенные исследования показывают, что добавление активного ила, нефтяного кокса и вспененного полистирола к гидролизному приводит к повышению твердости топливных пеллет. Однако из-за высокого влагопоглощения пеллет на основе лигнина твердость таких топливных пеллет с течением времени снижается (кроме нефтяного кокса), поэтому для хранения и транспортировки пеллет с добавками активного ила и полистирола необходимо применять специальные осушители воздуха.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сычева, Н.А Влияние режима гранулирования и состава топливных пеллет на их прочностные свойства / Н.А. Сычева, И.А. Хмызов, Т.В. Соловьев // Лесной вестник. – 2016. – №3. – С. 72-79.
2. Судакова, И.Г. Методы химической и термохимической переработки гидролизного лигнина / И.Г. Судакова, А.В. Левданский, Б.Н. Кузнецов // Журнал Сибирского федерального университета. Химия. – 2021. – №14(2). – С. 263-275.
3. Болтовский, В.С Состав гидролизного лигнина из отвалов ОАО «Бобруйский завод биотехнологий» и рациональные направления его использования / В.С. Болтовский // Труды БГТУ. – 2014. – №4. – С. 105-108.