

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Конверсия углеводородов при использовании коронного разряда реализуется при температурах, гораздо более низких, чем без его использования и, соответственно, при гораздо более низких затратах и энергии.

2. Повышение температуры обработки проб коронным разрядом с 25 до 95 °С незначительно влияет на выделение из проб летучих фракций.

3. Использование коронного разряда, являющегося высокоинтенсивным технологическим фактором, обуславливает незначительные затраты энергии.

4. При одинаковом выходе летучих фракций нефти предложенный способ более чем в 3 раза превосходит по критерию энергосбережения способ без применения коронного разряда.

Предложенный способ может найти применение на предприятиях нефтехимической промышленности как средство расширения технологических возможностей нефтепереработки с целью повышения качества нефтепродуктов.

## **ВЛИЯНИЕ ВАЗЕЛИНОВОГО МАСЛА НА СТРУКТУРУ И ДЕФОРМАЦИОННО-ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ ЛЕНТ, ПОЛУЧЕННЫХ ПО ТЕХНОЛОГИИ ОРИЕНТАЦИОННОЙ ВЫТЯЖКИ**

**А. С. Рябцев**

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научные руководители: Н. С. Винидиктова, И. В. Царенко

Полимерные ленты представляют собой особый вид материалов, для которых характерны значительные продольные и незначительные поперечные размеры, а также большая (относительно массы) удельная поверхность. Их применение постоянно растет, охватывает пищевую промышленность, строительство, машиностроение. Это ленты для упаковки пищевых продуктов, изоляционные и т. д.

Выбор пластификатора, работающего в качестве технологической жидкости, во многом определяет свойства будущего продукта. По результатам ранее проведенных исследований [1] наиболее эффективным пластификатором оказалось вазелиновое масло.

Целью настоящей работы было исследование влияния вазелинового масла как технологической среды и пластифицирующего агента на структуру и прочностные свойства полипропиленовых лент, полученных по технологии ориентационной вытяжки.

**Материалы и методики изготовления образцов и испытаний.** Объектом исследований служил полипропилен (ПП) марки 089901, пластификатор – вазелиновое масло (ГОСТ 3164) – очищенная фракция нефти, в которой нет вредных органических веществ и их соединений, маслянистая прозрачная жидкость, смесь парафиновых и нафтеновых углеводородов, плотность 0,893–0,894 г/см<sup>3</sup>, температура застывания  $T_3 = -45$  °С, температура кипения  $T_{\text{кип}} = 300$  °С [2].

Образцы из ПП получали термическим прессованием. Предварительно смешивали механически полимерный порошок и пластификатор, до равномерного распределения пластификатора по всему объему полимерного порошка. Образцы в виде пластин изготавливали на гидравлическом прессе ПППР при температуре  $180 \pm 5$  °С и давлении 10–15 МПа. Полученные пластины 50 × 100 мм и толщиной 0,5–0,7 мм

разрезали на полоски шириной 10 мм. Полученные заготовки подвергали ориентационной вытяжке на оригинальном лабораторном устройстве. Ориентационная вытяжка проводилась при  $T \approx 140$  °С на воздухе и в среде вазелинового масла. Кратность вытяжки образцов  $\epsilon_s$  определяли по формуле

$$\epsilon_s = \frac{T_\phi(f)}{T_\phi(f_0)},$$

где  $T_\phi(f)$  – фактическая линейная плотность ориентированного образца;  $T_\phi(f_0)$  – фактическая линейная плотность исходного образца.

Линейная плотность в соответствии с ГОСТ 10978 определяется по формуле

$$T_\phi(f) = 1000 \frac{m}{l},$$

где  $m$  – масса образца;  $l$  – длина образца.

Образцы полимерных лент изучали с помощью растрового электронного микроскопа (РЭМ) VEGA/TESCAN, оснащенного программой Digital Microscopy Imaging. Для данного исследования участок полимерной ленты в растянутом состоянии фиксировали на электропроводной липкой ленте и наносили на него методом ионного напыления слой золота.

Деформационно-прочностные показатели определяли в соответствии с ГОСТ 14236. На машине Instron (США) проводили испытания по определению разрушающего напряжения ПП лент при растяжении (прочность  $\sigma$ , МПа) и относительное удлинения ( $\epsilon$ , %). Скорость деформирования при растяжении составляла 50 мм/мин. Рассчитывали среднее арифметическое значение определяемого параметра по результатам пяти повторных измерений.

**Результаты испытаний.** Согласно результатам, представленным в таблице, ориентационная вытяжка образцов в среде вазелинового масла привела к увеличению прочности образцов на 10 % по сравнению с образцами из ПП, подвергнутыми ориентационной вытяжке на воздухе.

**Деформационно-прочностные характеристики образцов  
из полипропилена, подвергнутых ориентационной  
вытяжке в среде вазелинового масла**

Ориентация в вазелиновом масле				Ориентация на воздухе			
$\epsilon_s$	$\bar{\epsilon}_s$	$\sigma$ , МПа	$\bar{\sigma}$	$\epsilon_s$	$\bar{\epsilon}_s$	$\sigma$ , МПа	$\bar{\sigma}$
10,9	10,5	326,0	333,4	10,8	10,3	327,9	302,9
10,2		342,4		10,2		300,9	
10,6		359,0		10,0		299,7	
10,4		315,1		10,2		301,9	
10,3		324,7		10,2		283,9	

Это может происходить по двум причинам. Во-первых, равномерность прогрева ленты в технологической жидкости более высокая, чем на воздухе (так как жидкость является лучшим теплоносителем). Во-вторых, технологическая жидкость пласти-

фицирует ПП и оказывает физико-химическое воздействие на поверхностный слой лент, стимулируя его пластическое течение под растягивающей нагрузкой с минимальным количеством разрывов макромолекул.

С помощью растрового электронного микроскопа была исследована поверхность образцов из ПП, которые подвергали ориентационной вытяжке на воздухе и в среде вазелинового масла (рис. 1).

Очевидно, что вытяжка на воздухе приводит к появлению на поверхности образца множества трещин, ориентированных вдоль направления вытяжки (рис. 1, б). Они разделяют однородный в исходном состоянии материал образца (рис. 1, а) на множество микроволокнистых образований, непрочно связанных между собой. Видно, что каждое из микроволокон несет сетку поперечных трещин. При вытяжке в вазелиновом масле трещины на поверхности лент не образуются (рис. 1, в). Вероятно, это обусловлено тем, что при ориентационной вытяжке ПП лент в пластификаторах происходит более равномерное прогревание полимерной ленты по всему объему. Еще одним положительным фактором при вытяжке в среде пластификатора является возможность исключить взаимодействие полимерного образца с кислородом воздуха, что снижает вероятность термоокислительной деструкции материала [3], [4].

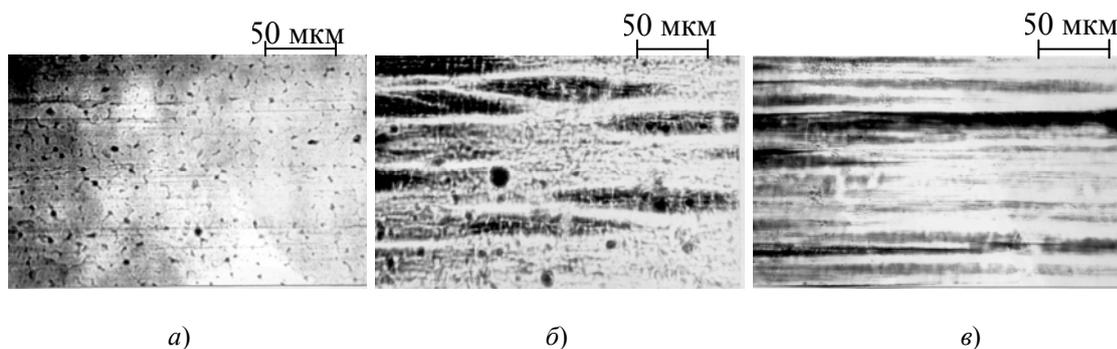


Рис. 1. Микрофотографии образцов ПП:  
а – исходного; б – подвергнутого ориентационной вытяжке на воздухе; в – в среде вазелинового масла

Полученные микрофотографии образцов указывают, что упрочнение полимерных образцов в процессе ориентационной вытяжки происходит вследствие преимущественного расположения макромолекул вдоль направления действия растягивающей силы. Перестроение структуры образцов при вытяжке совершается на масштабных уровнях как макромолекул, так и надмолекулярных образований. Под действием растягивающей силы ослабевают и частично разрушаются межмолекулярные связи и связи между фрагментами макромолекул, вследствие чего макромолекулярные цепи ориентируются. Последнее возможно при условии достаточной гибкости макромолекул. Это достигается при высокоэластическом состоянии полимера, которое реализуется при высоких температурах. Применение пластификатора позволяет снизить потери на внутреннее трение в полимере за счет ослабления связи между макромолекулами и надмолекулярными структурами.

Таким образом, ориентационная вытяжка полимерного материала в среде жидкого пластификатора, на примере ПП и вазелинового масла, позволяет уменьшить число дефектов на поверхности полимерных лент и, как следствие, повысить их деформационно-прочностные характеристики на 10 %.

## Литература

1. Винидиктова, Н. С. Влияние технологических добавок на прочностные характеристики полипропилена / Н. С. Винидиктова, Ж. В. Кадолич // Технология переработки и упаковки. – 2005. – № 1 (45). – С. 10–13.
2. Вазелиновое масло // Википедия. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Вазелиновое\\_масло](https://ru.wikipedia.org/wiki/Вазелиновое_масло). – Дата доступа: 01.04.2022.
3. Винидиктова, Н. С. Ориентационная вытяжка полимерных волокон в жидких средах с целью упрочнения и придания бактерицидности : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.02.01 ; 05.17.06 / Н. С. Винидиктова ; ИММС НАН Беларуси. – Гомель, 2010. – 22 с.
4. Делокализованный крейзинг полимеров в жидких средах / А. Л. Волынский [и др.] // Высокомолекуляр. соединения. Сер. Б. – 1999. – Т. 42, № 3. – С. 549–564.

**ВЛИЯНИЕ ОГНЕУПОРНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ НА ПРОТЕКАНИЕ СМОЛЯНОГО ПРОЦЕССА В ЛИТЕЙНЫХ СТЕРЖНЯХ****Р. С. Романцов***Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель И. Н. Прусенко

На современных литейных предприятиях используется большое разнообразие технологических процессов, позволяющих формировать необходимые эксплуатационные характеристики литейных стержней. В нашей стране хорошо зарекомендовали себя технологии групп «No bake» и «Cold box». Данные технологии основываются на применении песчано-смоляных смесей, которые обеспечивают высокую манипуляционную прочность, газопроницаемость литейных стержней с низкой газотворной способностью. Ввиду этого контроль параметров качества имеет важное значение в изготовлении отливок заданного химического состава с необходимыми размерной и геометрической точностью.

На основании литературных источников [1], [2] можно выделить два принципа технологического контроля параметров качества литейных стержней: исходные материалы, стержневые смеси. Причем исходные материалы песчано-смоляных смесей (синтетические смолы, огнеупорные наполнители, вспомогательные добавки) являются главными регуляторами технологического процесса получения качественных литейных стержней. Принято считать, что потенциально возможные прочностные и пластичные свойства песчано-смоляных смесей определяются характером и величиной сил когезионного воздействия [1] в зоне единичного контакта зерен огнеупорного наполнителя. Ввиду этого качественные и количественные характеристики огнеупорного наполнителя имеют значительное влияние на формирование механических свойств литейных стержней.

Для оценки их влияния были проведены исследования с использованием кварцевых огнеупорных наполнителей:  $1K_2O_102$ ,  $2K_2O_102$ ,  $2K_2O_1016$ . Проведенные лабораторные исследования позволили установить, что данные марки песков имеют сосредоточенную зерновую структуру, характеризуются средним размером зерен 0,18–0,28 мм, содержанием глинистой составляющей 0,2–0,5 %, низкоогнеупорных примесей 0,22–0,42 %, мелкодисперсной фракции 0,24–0,35 %.

Для исследования эксплуатационных свойств литейных стержней были изготовлены образцы, выполненные из данных марок песков с добавлением фурановой смолы Furtolit Q510 и отвердителя Hdrter SR45. При приготовлении песчано-смоляных смесей количество компонентов вводилось согласно нормам, рекомендованным производителем.