

Рис. 8. График изменения ударной нагрузки

Выполненные исследования и полученные результаты показывают, что рассмотренные методические основы можно использовать при оценке пассивной безопасности кузовов автобусов.

Библиографические ссылки

1. Орлов Л. Н. Пассивная безопасность и прочность кузовов, кабин автотранспортных средств. Методы расчета

и оценки : учеб. пособие. – Н. Новгород : НГТУ, 2005. – 230 с.

2. Орлов Л. Н. Оценка пассивной безопасности, прочности кузовных конструкций автомобилей и автобусов : монография. – Н. Новгород : НГТУ, 2005. – 230 с.

3. Орлов Л. Н. Основы разработки конечно-элементных моделей кузовных конструкций автотранспортных средств. Расчеты на безопасность и прочность : учеб. пособие / Л. Н. Орлов [и др.]. – Н. Новгород : НГТУ, 2009. – 153 с.

L. N. Orlov, DSc in Engineering, Professor, Nizhny Novgorod State Technical University named after R. E. Alekseev

A. V. Tumasov, PhD in Engineering, Associate Professor, Nizhny Novgorod State Technical university named after R. E. Alekseev

P. S. Rogov, Post-graduate, Nizhny Novgorod State Technical University named after R. E. Alekseev

A. S. Vashurin, Nizhny Novgorod State Technical University named after R. E. Alekseev

K. S. Ivshin, PhD in Engineering, Associate Professor, Udmurt State University

Evaluation of Sections Deformability and Passive Safety of Bus Body Structure in Rollover Conditions Simulation

The paper compares the results of a natural experiment and calculations by the example of loading the bus sections in rollover conditions. Results of calculation assessing the bus passive safety are presented.

Key words: passive safety, rollover, bus body structure, experiment, finite-element model.

УДК 629.113

А. С. Вашурин, Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Л. Н. Орлов, доктор технических наук, профессор, Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

А. В. Тумасов, кандидат технических наук, доцент, Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

К. С. Ившин, кандидат технических наук, доцент, Удмуртский государственный университет, Ижевск

РАСЧЕТНАЯ ОЦЕНКА ПАССИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРСПЕКТИВНОГО АВТОБУСА

Рассматриваются вопросы компьютерного моделирования условий опрокидывания автобусов с уступа и оценки пассивной безопасности кузовных конструкций по результатам расчетно-экспериментальных исследований.

Ключевые слова: пассивная безопасность, испытание, расчет, ударное нагружение, кузов.

Повышение пассивной безопасности кузовных конструкций транспортных средств является одной из важных задач проектиро-

вания. При решении данной задачи необходимо одновременно добиваться их равнопрочности и снижения материалоемкости, например, путем применения

легированных сталей и композитных материалов. Безопасный кузов должен обеспечивать сохранение остаточного жизненного пространства внутри салона, регламентируемого требованиями Правил ЕЭК ООН № 66. Оценка безопасности автобуса в соответствии с этими требованиями может проводиться как по результатам полномасштабных натурных испытаний, так и по результатам компьютерного моделирования при условии обеспечения адекватности расчетной модели реальной конструкции и условиям опрокидывания. Это может быть достигнуто только с использованием подробных конечно-элементных моделей кузовов и с учетом всех особенностей их конструкции [1, 2, 5]. В данной работе в качестве объекта исследования выбран перспективный автобус компании ООО «ИнТех» вместимостью 30 пассажиров (рис. 1).



Рис. 1. Внешний вид перспективного автобуса

В конструкции его несущей системы использованы низкоуглеродистая конструкционная и высококачественные легированные стали, а также композитные материалы. Известно, что задание реальных характеристик материалов является одной из ответственных задач для получения достоверных результатов компьютерного моделирования поведения конструкции под нагрузкой. Поэтому для их определения были проведены специальные экспериментальные исследования. Предварительно с помощью структурного анализа были определены марки сталей, из которых сделаны трубы каркаса кузова. При этом образцы вырезались непосредственно из стенок труб. Металлографические исследования структуры проводились по ГОСТ 5640-68. Механические свойства материалов определялись на разрывной машине типа УМЭ-10ТМ. На рис. 2 приведены полученные характеристики сталей: зависимости напряжений σ от относительных деформаций Δl .

Для уточнения характеристик расчета были проведены расчетно-экспериментальные исследования образцов силовых элементов кузова.

Испытания проводились на установке, показанной на рис. 3, включающей в себя: стенд 1, образец 2, тензометрический динамометр 3 типа UU-T2, лазерный датчик перемещений 4 типа LS-5, динамический четырех канальный тензометр 5 типа TML DC-204R, ноутбук 6. На рис. 4, а показан фрагмент испытаний образца силового элемента. Параллельно с испытаниями выполнялось компьютерное модели-

рование, в котором воспроизводились аналогичные условия нагружения (рис. 4, б).

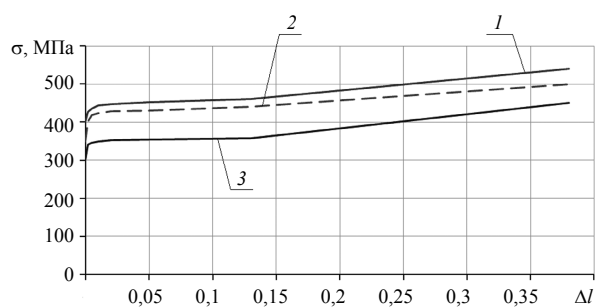


Рис. 2. Характеристики сталей:
1 – сталь легированная, $\sigma_t = 400$ МПа; 2 – сталь легированная, $\sigma_t = 350$ МПа; 3 – сталь 10 и сталь 20, $\sigma_t = 280$ МПа

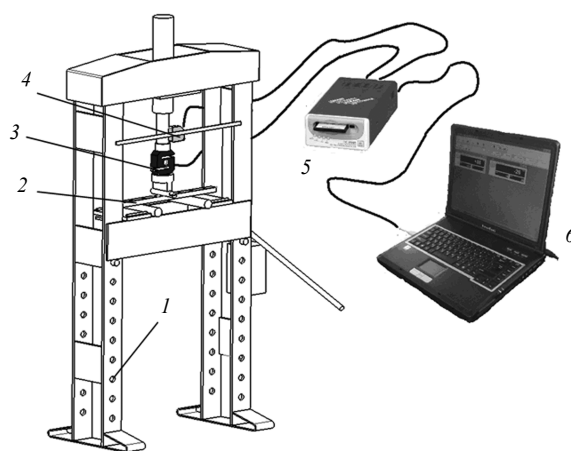


Рис. 3. Установка для испытания образцов

Пластические характеристики материалов элементов моделей задавались в соответствии с графиками рис. 2. Для каждого типоразмера образца рассматривалось несколько моделей: с мелкой сеткой (шаг 1 мм) и крупной сеткой (шаг 8 мм). При этом выполнялись два вида анализа – нелинейные статический и динамический. На рис. 5 на примере одной из балок показан график изменения вертикально действующей на образец нагрузки, полученные при экспериментальных и расчетных исследованиях. Данные по пиковым значениям разрушающей нагрузки приведены в таблице.

По числовым данным таблицы и характеру изменения кривых видно, что результаты компьютерного моделирования и натурных испытаний имеют удовлетворительную сходимость. Расхождение результатов находится в пределах от 5 до 20 %. Поэтому можно утверждать, что задаваемые характеристики материалов и принятое качество конечно-элементной сетки позволяют получить адекватный результат.

Аналогичным образом определялись характеристики композитных материалов. На рис. 6 показан фрагмент испытания, а на рис. 7 – результаты компьютерного моделирования. На рис. 8 показаны графики изменения вертикальной нагрузки в зависи-

мости от деформации образца полученные при экспериментальных и расчетных исследованиях. Рассмотрены образцы с толщинами равными 3,5 и 4 мм. При этом оценивалось влияние положения образца:

гладкой (лицевой) стороной вверх (кривые 1 и 4) или гладкой стороной вниз (кривые 2 и 5). Полученные характеристики материалов задавались при разработке подробной конечно-элементной модели кузова.

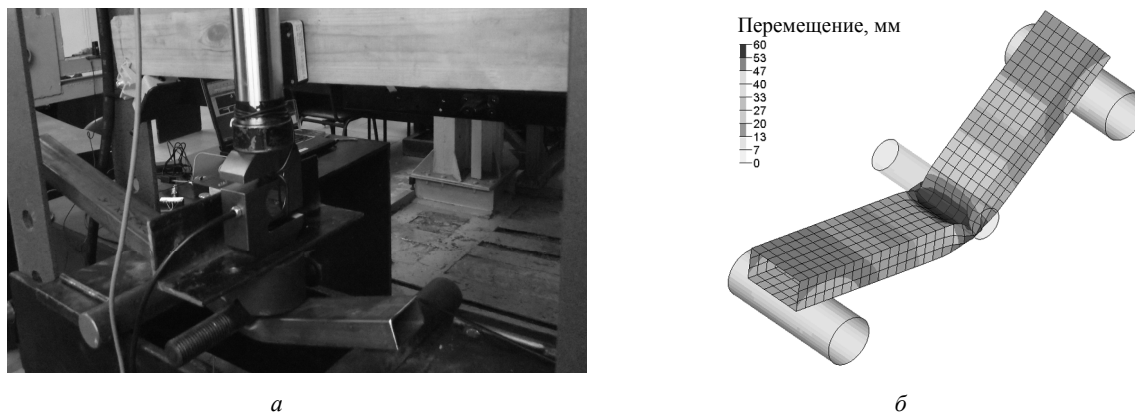


Рис. 4. Расчетно-экспериментальные исследования образцов несущих элементов:
а – экспериментальные исследования; б – результаты моделирования

Пиковые значения разрушающей нагрузки, кН

Размеры сечения образца, мм	Толщина стенки сечения, мм	Расчет			Эксперимент
		шаг сетки 1 мм		шаг сетки 8 мм	
		статика	статика	динамика	
20 × 20	1,55	4,9	5,3	6,2	6,8
25 × 50	1,85	14,2	13,8	15,1	14,9
28 × 25	1,65	9,0	9,9	11,2	11,1
50 × 50	2,55	43,1	43,3	43,8	50,0

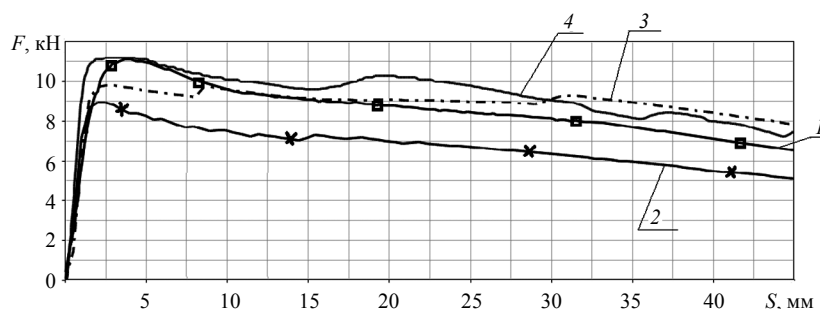


Рис. 5. Графики изменения вертикальной разрушающей нагрузки для балки с сечением 28 × 25:
1 – эксперимент; 2 – нелинейная статика (шаг сетки 1 мм); 3 – нелинейная статика (шаг сетки 8 мм);
4 – нелинейная динамика 0,2 с (шаг сетки 8 мм)



Рис. 6. Фрагмент проведения испытаний при полном разрушении образца

Разработанная модель кузова автобуса содержит более 1 000 000 элементов со средним шагом около 5 мм. Фрагменты модели приведены на рис. 9.

На рис. 10 показана схема опрокидывания модели в соответствии с требованиями Правил ЕЭК ООН № 66, а на рис. 11 – состояния модели до и после поглощения энергии удара. На рис. 12 показаны графики изменения энергии удара и поглощенной моделью. На рис. 13 приведен график изменения разрушающей нагрузки в процессе аварийного нагружения модели. На рис. 14 показана схема расположения контрольных сечений кузова автобуса, а на рис. 15 – соответственно, их деформированные виды с контуром необходимого остаточного пространства. Видно, что по всей длине кузова обеспечивается гарантированный зазор между элементами салона кузова и контуром остаточного пространства.

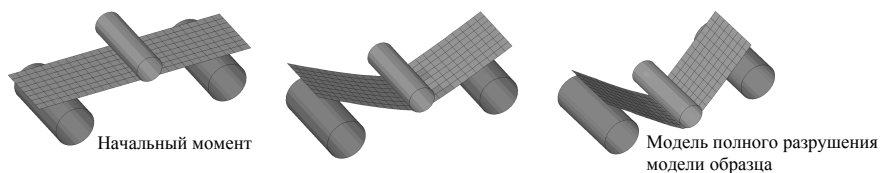


Рис. 7. Компьютерное моделирование условий нагружения образца

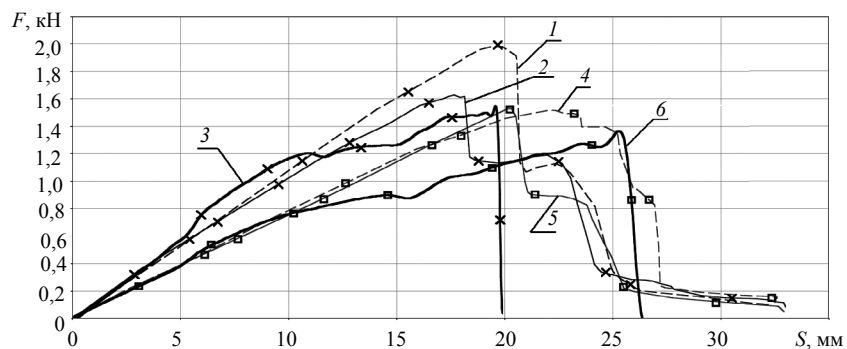


Рис. 8. Графики изменения вертикальной нагрузки:
 1, 2 – эксперимент (толщина 4 мм); 3 – расчет (толщина 4 мм); 4, 5 – эксперимент (толщина 3,5 мм); 6 – расчет (толщина 3,5 мм)

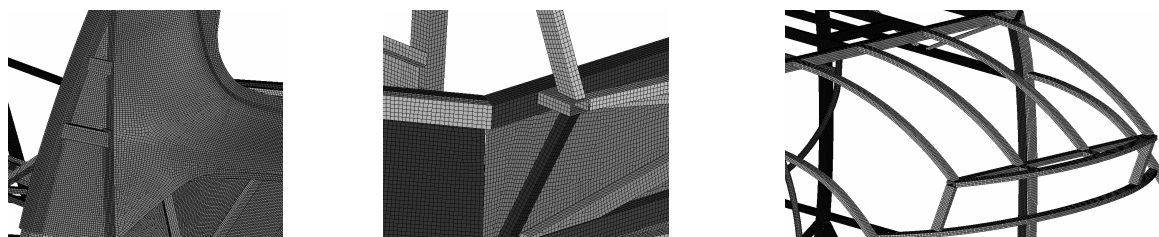


Рис. 9. Фрагменты конечно-элементной модели кузова

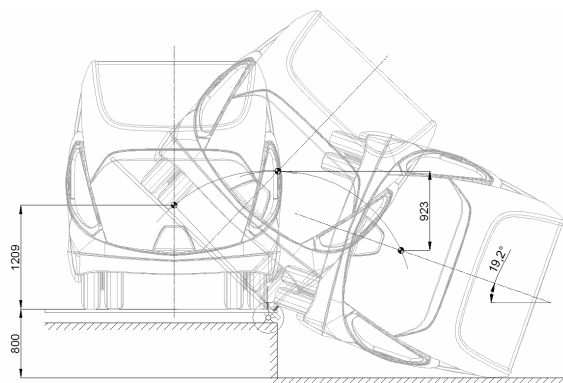


Рис. 10. Схема опрокидывания автобуса с уступа

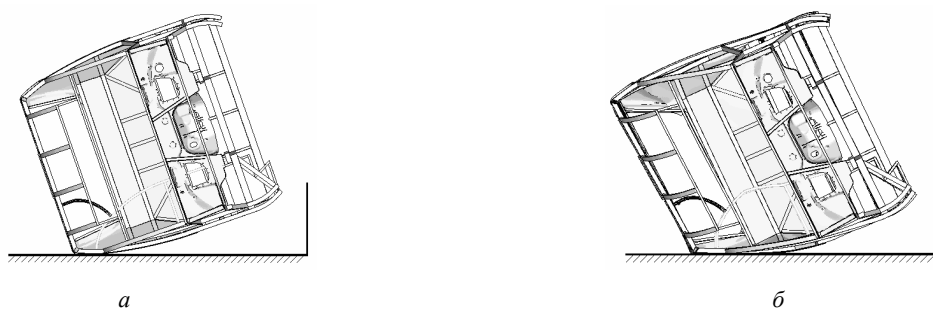


Рис. 11. Моделирование условий опрокидывания: а – в начальный момент удара; б – при полном поглощении кинетической энергии

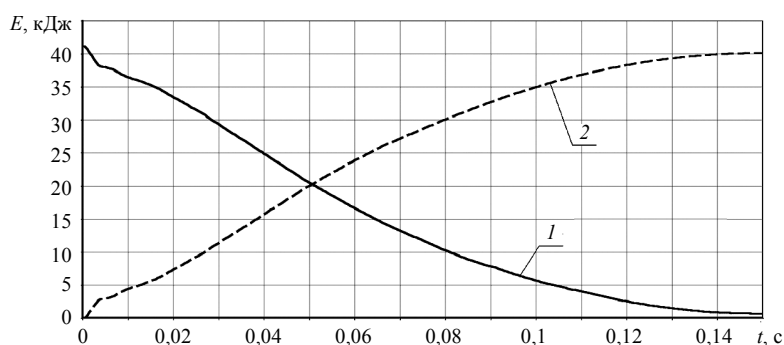


Рис. 12. Графики изменения энергии: 1 – кинетической энергии; 2 – поглощенной моделью

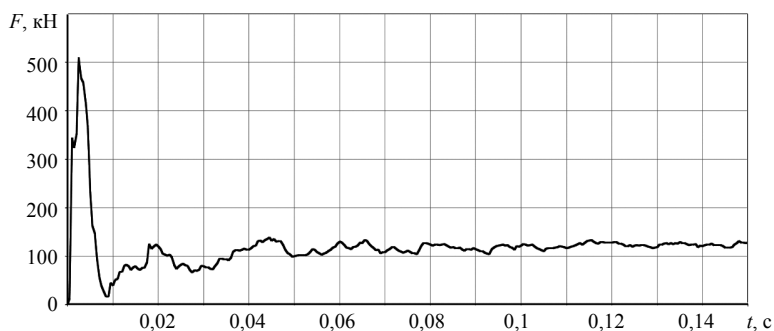


Рис. 13. График изменения разрушающей нагрузки

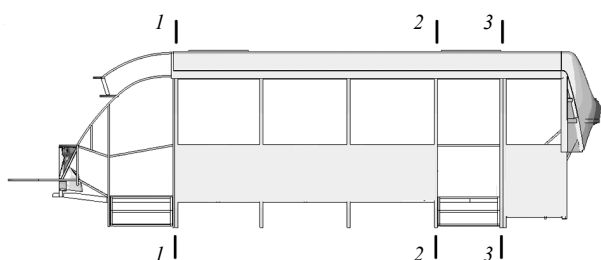
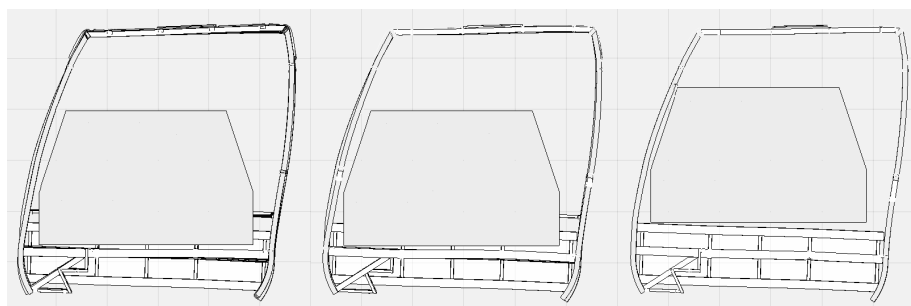


Рис. 14. Схема расположения контрольных сечений

Следовательно, рассматриваемая конструкция отвечает требованиям правил ЕЖ ООН № 66. Таким образом, в данной работе на примере рассматриваемого автобуса показаны основные этапы оценки его пассивной безопасности по результатам компьютерного моделирования деформирования кузова в условиях, имитирующих опрокидывание автобуса с уступа.

Правомерность такого подхода, обоснованность разработанной модели и достоверность полученных результатов подтверждается ранее проведенными на кафедре «Автомобили и тракторы» НГТУ исследованиями [1–4].



Сечение 1-1

Сечение 2-2

Сечение 3-3

Рис. 15. Деформированный вид поперечных сечений расчетной модели кузова

Библиографические ссылки

1. Орлов Л. Н. Пассивная безопасность и прочность кузовов, кабин, автотранспортных средств. Методы расчета и оценки : учеб. пособие. – Н. Новгород : НГТУ, 2005. – 128 с.
2. Основы разработки конечно-элементных моделей кузовных конструкций автотранспортных средств. Расчеты

на безопасность и прочность : учеб. пособие / Л. Н. Орлов [и др.] ; под ред. Л. Н. Орлова. – Н. Новгород : НГТУ им. Р. Е. Алексеева, 2009. – 153 с.

3. Расчетно-экспериментальная оценка прочности и пассивной безопасности кузова автобуса с трехслойными панелями / Л. Н. Орлов [и др.] // ААИ. – 2011. – № 1. – С. 20–22.

4. Определение характеристик многослойных панелей кузова автобуса / А. С. Вашурин [и др.] // Вестник ИжГТУ. – 2012. – № 1. – С. 4–7.

5. Анализ экспериментальных методов оценки прочности силовой структуры транспортных средств категории «МЗ», предусмотренных правилами ЕЭК ООН № 66, и корректная постановка задачи математического моделирования / И. В. Ким [и др.] // ААИ. – 2010. – № 3. – С. 32–36.

A. S. Vashurin, Nizhny Novgorod State Technical University named after R. E. Alekseev

L. N. Orlov, DSc in Engineering, Professor, Nizhny Novgorod State Technical University named after R. E. Alekseev

A. V. Tumasov, PhD in Engineering, Associate Professor, Nizhny Novgorod State Technical University named after R. E. Alekseev

K. S. Ivshin, PhD in Engineering, Associate Professor, Udmurt State University

Calculative Estimation of the Prospective Bus Passive Safety

The paper deals with the problem of simulating the bus rollover and estimation of bus body structure passive safety by results of calculative and experimental study.

Key words: passive safety, test, calculation, dynamic loading, body structure.

УДК 66.011:628.544:678.5

В. Д. Баширов, доктор сельскохозяйственных наук, Оренбургский государственный университет

Е. В. Левин, кандидат физико-математических наук, член-корреспондент Российской академии медико-технических наук, Научно-исследовательский и проектный институт экологических проблем, Оренбург

Р. Ф. Сагитов, кандидат технических наук, Оренбургский государственный университет

М. З. Гулак, Оренбургский государственный институт менеджмента

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В КАНАЛЕ ОДНОШНЕКОВОГО ПРЕСС-ЭКСТРУДЕРА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНО-НАПОЛНЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДРЕВЕСНЫХ ОПИЛОК

В целях подтверждения математической модели распределения температуры по длине прессующего механизма одношнекового экструдера был проведен ряд поисковых экспериментов с применением устройства (замер инфракрасного излучения), регистрирующего температуру с визуальным наблюдением ее изменения (тепловизор).

Ключевые слова: композит, древесно-наполненные пластмассы, целлюлозосодержащий, мономер, лузга, отруби, тепловизор, инфракрасное излучение.

В настоящее время существует проблема накопления пластиковых отходов и их последующая переработка, являющаяся весьма актуальной в современном и будущем мире, в том числе и в России. Это заставляет задуматься многих ученых уже на протяжении нескольких десятков лет.

Основными пластиковыми отходами являются полимеры – высокомолекулярные соединения, молекулы (мономеры) которых состоят из большого числа многократно повторяющихся групп атомов, соединенных химическими связями, такие как полипропилен, полиэтилен, полиэтилентерефталат, полиэтилен высокой и низкой плотности.

Опыт стран Запада показывает, что перспективным направлением переработки вторичных полимеров является создание на их основе различных композиций, в частности полимерных древесно-наполненных композитов (древесно-наполненных пластмасс).

Производством древесно-полимерных композитов на основе термопластичных полимеров (ДПКТ) в нашей стране занимаются с 70-х годов прошлого

века многие организации и институты. За прошедшее время были получены определенные теоретические результаты, но до практического применения в производстве дело не дошло до сих пор.

В 80-90-х годах во многих странах (Финляндия, Швеция, Германия, Италия, Голландия, Япония, США) были проведены исследовательские работы, затрачены большие средства на создание соответствующих композиционных материалов, находящихся все более широкое применение в различных отраслях [1].

При этом возникает возможность частичной или полной замены традиционно используемых формальдегидсодержащих смол, являющихся источником длительной миграции в окружающую среду формальдегида, который отнесен к канцерогенным веществам.

Наиболее перспективными методами переработки полимеров в настоящее время являются экструзионные методы.

Экструзионными методами получают как материалы и полуфабрикаты, так и полностью готовые