

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Витебский государственный технологический
университет»

УДК 677.02 ~~36~~ : 677.1/4
№ ГР 20062709
Инв. № _____
« 10. » 12 2010 г.



Утверждаю
профессор по научной работе
В.В. Пятов

ОТЧЕТ

о научно-исследовательской работе
«Разработка технологии получения композиционных материалов с
использованием химических волокон и отходов текстильного производства»

(заключительный отчет)
2010-Г/Б НИР-348

Начальник НИС 10.12.10

С.А. Беликов

Научный руководитель
д.т.н., проф. 10.12.10

А.Г. Коган

Витебск
2010

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Доцент, к.т.н.	10.12.10		Н.Н. Ясинская (общее руководство)
Доцент, к.т.н.	10.12.10		Е.М. Коган (глава 1)
Ст. преподав, к.т.н.	10.12.10		Е.В. Чукасова-Ильюшкина (глава 2)
Ст. преподав, к.т.н.	10.12.10		Е.Л. Кулаженко (глава 3, 5)
Учебный мастер	12.10.12		Г.В. Урсул (глава 2)
Магистрант	10.12.10		В.В. Базеко (глава , 4 нормоконтроль)

РЕФЕРАТ

Отчет 200 стр., 14., 88 рис., 59 табл., 62 источника, 8 прил.

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ТЕКСТИЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО, ВОЛОКНОСОДЕРЖАЩЕЕ ПОЛОТНО, КОРОТКОВОЛОКНИСТЫЕ ОТХОДЫ, НАТУРАЛЬНЫЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ВОЛОКНА И НИТИ, ПРЯЖА, ТКАНЬ, ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ОБОИ ТЕКСТИЛЬНЫЕ, АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО, МЕХАНИЧЕСКИЙ СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ, АДГЕЗИЯ, КЛЕЯЩИЕ МАТЕРИАЛЫ, ДУПЛЕКСНЫЙ МАТЕРИАЛ, СУШКА, ТЕРМОФИКСАЦИЯ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ.

Объектом исследования являются технологии получения текстильных композиционных материалов с использованием химических волокон и отходов текстильного производства.

Целью научно-исследовательской работы является создание новых импортозамещающих технологий, обеспечивающих постоянное расширение ассортимента текстильных изделий высокого качества с широким спектром свойств, вовлечение в производство текстильных материалов неиспользуемых ранее и подлежащих утилизации сырьевых ресурсов, к которым относятся коротковолокнистые текстильные отходы, разработка технологии получения новых видов композиционных текстильных материалов с использованием химических волокон, обладающих специфическими свойствами, и отходов текстильного производства.

В ходе работы исследована структура композиционных материалов, исследованы свойства компонентов, составляющих композиционный материал, а также их влияние на качество готового изделия, разработаны технологические процессы подготовки коротковолокнистых текстильных отходов к вторичной переработке, получения текстильных композиционных материалов различными способами формирования, установлены рациональные технологические режимы получения композиционных текстильных материалов в производственных условиях и разработаны проекты технологических регламентов и технических условий, установлена зависимость физико-механических свойств композиционных текстильных материалов от основных параметров технологического процесса формирования, определены основные области и направления их использования.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	9
2 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО ТЕКСТИЛЬНОГО МАТЕРИАЛА АЭРОДИНАМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ ФОРМИРОВАНИЯ.....	10
2.1 Характеристика используемого сырья.....	11
2.1.1 Определение длины волокон и классификация коротковолокнистых отходов по длине.....	12
2.2 Выбор оборудования для подготовки коротковолокнистых отходов к вторичной переработке.....	15
2.2.1 Параметры дробилки.....	16
2.3 Исследование и оптимизация процесса измельчения волокнистых частиц.....	18
2.4 Методика обработки данных при анализе и контроле над процессом подготовки коротковолокнистых отходов к вторичной переработке.....	23
2.5 Технология ворсового покрытия на штучном материале.....	25
2.5.1 Характеристика качественных показателей многослойных текстильных материалов, полученных аэродинамическим способом формирования.....	25
2.5.2 Технологический процесс нанесения ворсового покрытия на штучный материал.....	25
2.5.3 Исследование процесса нанесения ворсового покрытия на штучный материал.....	26
2.5.4 Исследование процесса формирования ворсового покрытия мобильным устройством.....	31
2.5.5 Экспериментальное исследование процесса формирования ворсового покрытия мобильным устройством.....	33
2.5.6 Нарботка партии швейных изделий с использованием ворсового покрытия в качестве декоративной отделки.....	34
2.5.6.1 Расчет экономического эффекта, получаемого от использования аэродинамического способа получения многослойных текстильных материалов.....	35
2.6 Технология получения ворсового покрытия непрерывным способом (рулонные материалы).....	36

2.6.1	Экспериментальное исследование и оптимизация положения установки устройства по отношению к основе.....	39
3	РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО ПОЛИМЕРНОГО МАТЕРИАЛА НА ТКАНОЙ ОСНОВЕ.....	42
3.1	Выбор сырья.....	42
3.2	Описание технологического процесса получения композиционного текстильного материала.....	44
3.3	Исследование и оптимизация состава композиционного материала.....	45
3.4	Оптимизация состава многослойного композиционного материала, обеспечивающего необходимые адгезионные свойства.....	45
3.5	Выбор оптимальных параметров режима сушки.....	47
3.6	Исследование процесса сушки.....	53
3.7	Производственная апробация технологии получения плитки тканевой декоративной.....	55
4	РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕХАНИЧЕСКИМ СПОСОБОМ ФОРМИРОВАНИЯ.....	57
4.1	Характеристика используемого сырья.....	57
4.2	Технологический процесс подготовки текстильных отходов к вторичной переработке.....	59
4.2.1	Узел резания текстильных отходов.....	61
4.2.2	Узел подачи материала в зону резания.....	62
4.2.3	Определение длины нарезки текстильных отходов и классификация их по длине.....	64
4.3	Технологический процесс получения композиционных текстильных материалов механическим способом.....	66
4.3.1	Выбор клеевого состава при производстве обоев декорированных волокнистым материалом. Анализ работы клеевого узла.....	69
4.3.2	Технологический процесс получения волокнистого покрытия.....	71
4.3.2.1	Оборудование для дозирования продукта при подаче распределяющее устройство.....	72
4.3.2.2	Устройство для непрерывного нанесения волокнистого материала на основу.....	73

4.3.3	Процесс сушки композиционных материалов с волокнистым покрытием.....	75
4.4	Теоретические исследования процессов при производстве композиционных материалов механического способа формирования.....	76
4.4.1	Анализ силового взаимодействия ножа с нитью в процессе Резания.....	76
4.4.2	Исследования процесса нанесения клея валичным способом.....	81
4.4.3	Теоретические исследования процесса получения композиционных материалов.....	88
4.4.3.1	Движение частиц волокнистого материала в устройстве для нанесения его на основу.....	89
4.4	Экспериментальное исследование процесса нанесения волокнистого материала на поверхность основы. Оптимизация параметров работы устройства для формирования волокнистого покрытия.....	102
4.5	Выпуск опытно-промышленной партии обоев, декорированных волокнистым материалом.....	107
4.5.1	Расчет экономического эффекта, получаемого от использования механического способа формирования композиционных текстильных материалов строительного назначения.....	110
5	РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ДУПЛЕКСНОГО ТЕКСТИЛЬНОГО МАТЕРИАЛА С ТКАНЫМ ПОКРЫТИЕМ (ТЕКСТИЛЬНЫЕ НАСТЕННЫЕ ПОКРЫТИЯ).....	111
5.1	Характеристика используемых материалов.....	112
5.2	Технологический процесс соединения тканого полотна с основой	115
5.3	Отделка дуплексного текстильного материала.....	121
5.4	Оптимизация технологического процесса получения дуплексных текстильных материалов на линии “Ламипринт-5”.....	123
5.4.1	Выбор клеевого состава, необходимого для соединения текстильного полотна и полотна основы.....	124
5.4.2	Определение продолжительности процесса сушки текстильных настенных покрытий в сушильной камер.....	128
5.4.3	Исследование процесса отделки текстильных настенных покрытий	132
5.5	Производственная апробация технологии текстильных настенных покрытий на ОАО «Белорусские обои».....	139
5.5.1	Расчет стоимости текстильных настенных покрытий.....	142

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	145
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	150
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	155
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	158
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	170
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	172
ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....	174
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж.....	183
ПРИЛОЖЕНИЕ П.....	196
ПРИЛОЖЕНИЕ И.....	200

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Айзенштейн, Э.М. Женевская международная выставка и научная конференция по нетканым материалам / Э.М. Айзенштейн // Текстильная промышленность – Москва, 2005. – Выпуск № 10. – С. 42–45.
- 2 Алешин, А. Новые технологии текстильного производства / А. Алешин // Текстильная промышленность – Москва, 2004. – Выпуск № 11. – С. 18–21.
- 3 Ватул, А. Нетканые материалы Spanlaced и Airlaid для производства протирочных средств и изделий медицинского назначения / А. Ватул // Текстильная промышленность: спецвыпуск «Научный альманах» – Москва, 2005. – № 7–8. – С. 14.
- 4 Перепелкин, К.Е. Полимерные волокнистые композиты, их основные виды, принципы получения и свойства, часть 1 / К.Е. Перепелкин // Химические волокна – 2005. – № 4. – С. 7–12.
- 5 Перепелкин, К.Е. Полимерные волокнистые композиты, их основные виды, принципы получения и свойства, часть 2 / К.Е. Перепелкин // Химические волокна – 2005. – № 5. – С. 54–69.
- 6 Перепелкин, К.Е. Полимерные волокнистые композиты, их основные виды, принципы получения и свойства, часть 3 / К.Е. Перепелкин // Химические волокна – 2006. – № 1. – С. 41–50.
- 7 Перепелкин, К.Е. Полимерные волокнистые композиты, их основные виды, принципы получения и свойства, часть 4 / К.Е. Перепелкин // Химические волокна – 2006. – № 3. – С. 35–47.
- 8 Перепелкин, К.Е. Полимерные волокнистые композиты, их основные виды, принципы получения и свойства, часть 5 / К.Е. Перепелкин // Химические волокна – 2006. – № 6. – С. 26–40.
- 9 Иманкулова, А.С. Текстильный материал из базальта как армирующая основа в композитах / А.С. Иманкулова, Н.К. Турусбекова // Текстильная промышленность – Москва, 2005. – № 9. – С. 26.
- 10 Нетканые текстильные полотна: Справочное пособие/ Е.Н. Бершев [и др.]; под общей редакцией Е.Н. Бершева. – Москва: Легпромбытиздат, 1987. – 400 с.
- 11 Способ получения замшелоподобного нетканого материала без использования органических растворителей. Process for the production of microfibrinous suede-finish nonwoven fabric without using organic solvents: Заявка 1243691 ЕПВ, МПК⁷ D 06 N 3/00, D 06 N 3/14. Alcontara S.p.A., Latini David, Pomani Gianni (Cioni, Carlo) STUDIO CIONI & PIPPARELLI Viale Caldara 38 20122 Milano (IT)) № 02004291.7; Заявление от 28.02.2002; опубл. 25.09.2002. Приор. 12.03.2001, № М 1010516 (Италия). Англ. // Легкая промышленность: РЖ 12/ ВИНТИ. – 2003. – №2, 03.02 – 12Б.100П. – С. 13.

- 12 Кучкова, Е.И. Тенденции развития рынка химических волокон для производства нетканых материалов / Е.И. Кучкова // Текстильная промышленность: спецвыпуск «Научный альманах» – Москва, 2005. – № 1-2. – С. 14.
- 13 Капкаев, А.А. Нетканые материалы: тенденции развития рынка / А.А. Капкаев // Текстильная промышленность – Москва, 2007. – № 11. – С. 25.
- 14 Айзенштейн, Э.М. Нетканые материалы и технический текстиль на выставке в Майами-Бич (США) / Э.М. Айзенштейн // Технический текстиль – 2004. – № 10. – С.4.
- 15 Способ получения комбинированного материала. Method for making a hydraulically entangled composite fabric: пат. 6550115 США, МПК⁷ D 04 H 1/46. Kimberly-Clark World Wide, Inc., Cleveland Terry R., Mayfield Frances W., Brown Lawrence M. № 09/690045; заявление от 16.10.2000; опубл. 22.04.2003; НПК 28/104. Англ. // Легкая промышленность: РЖ 12/ ВИНТИ. – 2004. – №2, 04.02 – 12Б.95П. – С.12.
- 16 Способ получения многослойного материала с поверхностями разного вида. Materiau ou voile en nontissé multi couches possédant une face régulière et une face douce: заявка 2836161 Франция, МПК⁷ D 04 1/46, D 04 H 13/00. Jakob Holm France, Guyomand Bruno, De Gruttola Jean Francois, Garton Blandine, Wurffel Francois. № 0201978; Заявление от 18.02.2002; Опубл. 22.08.2003. Фр. // Легкая промышленность: РЖ 12/ ВИНТИ. – 2004. – №4, 04.04 – 12Б.94П. – С.14.
- 17 Многослойный нетканый материал. Multi-Layer nonwoven fabric: пат. 6992028 США, МПК⁷ D 04 H 1/54, D 04 H 3/14 Kimberly-Clark World Wide, Inc., Thomaschefskey Gvaig F., Brown Lawrence M. №10/237455; заявление от 09.02.2002; опубл. 31.01.2006. НПК 442/411. // Англ. Легкая промышленность: РЖ 12/ ВИНТИ. – 2006. – №9, 06.09 – 12Б.84П. – С.12.
- 18 Sandler expands range // Nonwovens Rept. Int. – 2000 № 352. P. – 5
- 19 Справочник по композиционным материалам: в 2-х кн./ редкол. :Дж. Любина (гл. ред.) [и др.]. – Москва: Машиностроение, 1988. – 2 кн.
- 20 Мухамеджанов, Г. К. Изучение и выбор текстильных материалов, используемых в строительстве / Г.К. Мухамеджанов, М.В. Дмитриева, В.К. Ратников // Технический текстиль – 2004. – № 10. – С. 26–27.
- 21 Василик, П.Г. Применение волокон в сухих строительных смесях / П.Г. Василик, И.В. Голубев // Строительные материалы – 2002. – № 9. – С.26–27.
- 22 Нетканый материал. Stabiles Faserlaminal sowie Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung desselben: Заявка 102005048758 Германия; МПК D 04 H 13/00 (2006.01) Fleissner Gmb H, Munstermann Ullrich (Dr Meyer-Dulnener Patentanwaltskanzlei 60325 Frankfurt). № 102005048758.0; заявление от 10.10.2005; опубл. 12.04.2007. Нем. // Легкая промышленность: РЖ 12/ ВИНТИ. – 2008. – №7, 08.07 – 12Б.66П. – С.11.

- 23 Lin, J. H. Processing conditions of abrasion and heat resistance for hybridneedle-punhed no woven bag filters, Lin J. H., Lou C.W., Lei C.H., Lin C.Y. Composites. A 2006. – № 16. – P. 31–37.
- 24 Spinning microdenier polyester staple fibre // Text. Technol. Dig. – 1996. – Vol. 53, № 10. – P. 27.
- 25 Многослойный нетканый материал. Mehrlagige Vliesanordnund: Заявка № 10342023 Германия, МПК⁷ D 04 H 13/00. Innovatec microfibre Tehnology GmbH & Go KG, Klein Hans Georg (Patent- und Recht San walte Böck-Tappe-Kirschner, 35390 GieBen). № 10342123.8; заявление от 10.09.2003; опубли. 07.04.2005. Нем. // Легкая промышленность: РЖ 12/ ВИНТИ. – 2006. –№6, 06.04 – 12Б.72П. – С.12.
- 26 Многослойный холст, получаемый фильерным способом. Multiple component spunbond Web: пат. 7008888 США, МПК⁷ D 04 H 3/16. E/I/ du Pount de Nemours and Co. Bansal Vishal, Samuels Sam Louis № 10/62 7569; заявка 24.07.2003 опубли. 07.03.2006 НПК 442/364 Англ. // Легкая промышленность: РЖ 12/ ВИНТИ. – 2006. –№11, 06.11 – 12Б.78П. – С.11.
- 27 Бершев, Е.Н. Физические основы технологии электрофлокирования: учеб. пособие / Е.Н. Бершев. – Ленинград: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. – 232 с.
- 28 Бершев, Е.Н. Электрофлокирование: монография / Е.Н. Бершев – Москва: Легкая индустрия, 1977. – 300 с.
- 29 Аксенова, А. Современный текстиль – какой он? / А. Аксенова, А. Исаенкова // Текстильная промышленность. – 2006. – №12. – С. 18–21.
- 30 Технология электрофлокирования // Контурфлок [Электронный ресурс]. – 2007. – Режим доступа: <http://www.konturflok.ru>. – Дата доступа: 12.12.2007.
- 31 Нетканый материал. Differentially entangled nonwoven fabric: пат. 7191501 США, МПК D 04 H 1/46 (2006.01) Polymer Group, Inc., Fuller Charles R., Ledbetter Sheridan D. № 101986923; заявление от 11.12.2004; опубли. 20.03.2007; НПК 28/104. Англ. // Легкая промышленность: РЖ 12/ ВИНТИ. – 2008. –№1, 08.01 – 12Б.124П. – С.21.
- 32 Офферман, П. Защитный флокированный материал для технического применения / П.Офферман, [и др.] // вестник С-Пб государственного университета технологии и дизайна. – 2000. – №4. – С. 132–143.
- 33 Ворсистый материал и способ его получения. Matériu flouqué et pocédé d'application de ce matérian sur une piéce: Заявка 2880362 Франция, МПК⁸ D 04 H 11/00, В 29 С 45/14 Ind. Tapla S.L., Talavera Barcelo José (Cabine Chaillot), № 0551281; заявление от 17.05.2005; опубли. 30.12.2004 № 200403141 (Испания). Фр. // Легкая промышленность: РЖ 12/ ВИНТИ. – 2007. –№2, 07.02 – 12Б.141П. – С.22.

- 34 Катц, Н.В. Металлизация тканей / Н.В. Катц. – Москва: Ростехиздат, 1962. – 169 с.
- 35 Лысенко, А.А. Металлсодержащие химические волокна и их использование в биотехнологии / А.А. Лысенко [и др.] // Химические волокна – 2007. – № 2. – С.44–50.
- 36 Григурко, В. Трафарет сегодня – простой повтор или творчество / В. Григурко // Текстильная промышленность. – 2007. – № 10. – С. 62–65.
- 37 Пустыльник, Я. И. Рециркуляция текстильных отходов требует новых подходов / Я.И. Пустыльник // В мире оборудования. – 2006. – № 2. – С. 40–41.
- 38 Moon, M.A. Utilisation of Tussar silk waste for non-woven decoratives / Moon M.A., Pramanik P. // Man-Maid Text. India – 1998. – 41, № 3. – P. 119–123.
- 39 Bhat, Gajanan Conversion of recycled polymer into melt – blown nonwovens / Bhat Gajanan, Narayanan Wadsworth Larry, // Polym-Plast 1999 – 38 № 3 – P. 499–511.
- 40 Новая технология переработки коротковолокнистых отходов/ Беликов Г.М. Текстиль: бытовой, специальный, технический. – 2003 – № 5 – С. 25.
- 41 Hohmuth, H. Materialkreislanfe bei Produktion und Einsatz von Nähwirkvliesstoff / H Hohmuth, M. Hunger // Techn. Text. – 2006. – 49/№1. – P. 33–34.
- 42 Procédé de fabrication de feutres végétaux á partir détoupes. Способ изготовления войлока из очесов растительных волокон: Заявка 2869254 Франция МПК⁷ В 27N 3/04, D 21H 11/12 / Univ de Picardie, Jules Verne, заявитель Inst/ Technique du Fin. – № 0404215, заявл. 21.04.2004 опубли. 28.10.2005 // Легкая промышленность: РЖ 12 // ВИНТИ. – 2006. – № 6, 06.06–12Б.72П. – С.8.
- 43 Preda, K. Getextile cu continut de fibre recuperate din materiale textile refolosibile / K. Prada // Ind. Text. – 2006. – 57/№2. – P. 104–106.
- 44 Кукин, Г.Н. Текстильное материаловедение (волокна и нити): учеб. для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. / Г. Н. Кукин, А. Н. Соловьев, А. И. Кобляков. – Москва : Легпромбытиздат, 1989. – 352 с.
- 45 Кричевский, Г. Е. Химическая технология текстильных материалов : учеб. для вузов в 3-х т. / Г. Е. Кричевский. – Москва, 2000. – Т. 1. – 436 с.
- 46 Бершев, Е.Н. Изучение эксплуатационных свойств ковров / Е.Н. Бершев, Г.П. Смирнов. – Москва, 1976. – 150 с.
- 47 Борщев, В.Я. Оборудование для измельчения материалов: дробилки и мельницы: учебное пособие / В.Я. Борщев. – Тамбов: издательство Тамбовского Государственного Университета, 2004. – 75 с.
- 48 Статистические методы в экспериментальных исследованиях : учебное пособие / ВГТУ; С.М. Литовский, В.Л. Шарстнев; под. Ред. В.Л. Шарстнева. – Витебск: ВГТУ, 1996. – 63 с.

- 49 Разработать и исследовать новые технологические процессы получения комбинированных нитей для производства ламинированных материалов и технических тканей: отчет о НИР (заключ.) / ВГТУ; рук. темы А.Г. Коган. – Витебск, 2005. – 110 с. – № ГР 20043302.
- 50 Освоить и внедрить в производство технологические процессы получения ламинированных текстильных материалов: отчет о НИР (заключ.) / ВГТУ; рук. темы А.Г. Коган. – Витебск, 2006. – 60 с. – № ГР 20062381.
- 51 Провести маркетинговые исследования в области потребности рынка и организаций – изготовителей новых видов многослойных материалов с использованием отходов текстильного производства: отчет о НИР (заключ.) / ВГТУ; рук. темы А.Г. Коган. – Витебск, 2006. – 25 с. – № ГР 20062389.
- 52 Абрамович, Г.Н. Теория турбулентных струй / Г.Н. Абрамович. – Москва «Физматгиз», 1960. – 715 с.
- 53 Альтшуль, А.Д. Гидравлика и аэродинамика (Основы механики жидкости): учебное пособие для вузов./ А.Д. Альтшуль, П.Г. Киселев, 2-е изд. перераб. и доп. - Москва: Стройиздат, 1975. – 323 с.
- 54 Кострюков, В.А. Основы гидравлики и аэродинамики / В.А. Кострюков. – Москва «Высшая школа», 1975. – 220 с.
- 55 Повх, И.Л. Техническая гидродинамика / И.Л. Повх. – Ленинград изд-во «Машиностроение», 1969 – 524 с.
- 56 Соколов, Е.Я. Струйные аппараты / Е.Я. Соколов, Н.М. Зингер. – 3-е изд. – Москва: Энергоатомиздат, 1989. – 352 с.
- 57 Светлов, Ю.В. Термовлажностные процессы в материалах и изделиях легкой промышленности / Ю.В. Светлов. – Москва: издательский центр «Академия», 2006. – 272 с.
- 58 Тихомиров, В.Б. Нетканые клееные материалы / В.Б. Тихомиров. – Москва: изд-во Легкая индустрия, 1966. – 342 с.
- 59 Лыков, А.В. Теория сушки / А.В. Лыков. – издание 2-е, переработанное и дополненное. – Москва: «Энергия», 1968. – 472 с.
- 60 Лойтянский, Л.Г. Механика жидкости и газа / Л.Г. Лойтянский. – М., Л.: Гостехиздат, 1950. – 676 с.
- 61 Логачев, И.Н. Аэродинамические основы аспирации: монография / И.Н. Логачев, К.И. Логачев. – С-Пб: «Химиздат», 2005. – 659 с.
- 62 Пискунов, Н.С. Дифференциальные и интегральные исчисления для вузов в 2-х книгах / Н.С. Пискунов. – Москва: издательство «Наука», 1966. – 2 кн.