



С.В. Щепочкин

**ИСПЫТАНИЕ АСПИРАЦИОННЫХ АВТОНОМНЫХ  
УСТАНОВОК ДЛЯ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ  
СТАНКОВ**

Екатеринбург  
2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра автоматизации и инновационных технологий

С.В. Щепочкин

## **ИСПЫТАНИЕ АСПИРАЦИОННЫХ АВТОНОМНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ СТАНКОВ**

Методические указания  
для лабораторных занятий с обучающимися  
направления «Технология лесозаготовительных и  
деревоперерабатывающих производств»

Екатеринбург  
2019

Печатается по рекомендации методической комиссии ИЛБиДС.  
Протокол № 2 от 5 октября 2018 года.

Рецензенты – канд. техн. наук, доцент Новоселов В.Г., канд. техн. наук, доцент Сулинов В.И.

Редактор Е.Л. Михайлова  
Оператор компьютерной верстки Е.А. Газеева

---

Подписано в печать 10.05.19		Поз. 57
Плоская печать	Формат 60×84 1/16	Тираж 10 экз.
Заказ №	Печ. л. 0,7	Цена руб. коп.

---

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ  
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

## ВВЕДЕНИЕ

Цель данной работы – получить первичные профессиональные умения и навыки по обслуживанию оборудования деревообрабатывающих производств.

В соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 35.03.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств» от 20.10.2015 в ходе выполнения лабораторной работы обучающийся должен овладеть следующими общекультурными (ОК), общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

- способностью работать в команде, толерантно воспринимая социальные и культурные различия (ОК-6);
- способностью понимать научные основы технологических процессов в области лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств (ОПК-1);
- готовностью применять в практической деятельности принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды (ОПК-3);
- способностью организовывать и контролировать технологические процессы на лесозаготовительных, лесотранспортных и деревоперерабатывающих производствах в соответствии с поставленными задачами (ПК-1);
- способностью выявлять и устранять недостатки в технологическом процессе и используемом оборудовании подразделения (ПК-7);
- способностью использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств исходных материалов и готовой продукции (ПК-8);
- готовностью обоснованно выбирать оборудование, необходимое для осуществления технологических процессов (ПК-16);
- способностью проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем инженерного проектирования (ПК-18);
- способностью систематизировать и обобщать информацию по использованию и формированию ресурсов производства (ПК-21);
- готовностью оценивать риски, определять меры и принимать решения по обеспечению качества продукции и безопасности технологических процессов (ПК-22) [1].

### 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АСПИРАЦИОННЫХ УСТАНОВКАХ

Латинское слово «aspiration» означает вдыхание. Это слово в данном случае характеризует принцип действия инженерных систем, состоящий в отсасывании воздуха от технологического оборудования деревообработки.

По характеру связи с технологическим оборудованием системы аспирации делятся на централизованные и автономные. К централизованным относятся системы аспирации, к которым подключено несколько рабочих

органов деревообрабатывающего оборудования с независимым включением и выключением [2, 3].

К автономным системам аспирации относятся системы, обслуживающие один или несколько рабочих органов технологического оборудования, включаемых и выключаемых одновременно. Как правило, это рабочие органы одной единицы оборудования. Главное назначение аспирационных установок – максимальное удаление всех измельченных отходов (стружек, опилок, пыли) в момент их образования на станках при одновременном обеспечении в рабочей зоне станочника санитарно-гигиенических условий труда.

Для удаления отходов, образующихся в процессе механической обработки древесины, в деревообрабатывающих цехах используют аспирационные автономные установки типа УВП. К их достоинствам относятся мобильность, простота конструкции, достаточно высокая степень очистки запыленного воздуха (до 99,5 %), а также сравнительно малая энергоемкость.

## 2. КОНСТРУКЦИЯ АСПИРАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ

Все аспирационные установки автономного типа состоят из следующих частей (рис. 1): 1 – электропривод; 2 – вентиляционное колесо; 3 – кожух вентилятора, переходящий в циклонный элемент; 4 – матерчатый фильтр; 5 – пылесборник; 6 – опорная рама. Перед вентиляционным колесом может располагаться один 7 или несколько входных патрубков с возможностью присоединения к ним гибких воздухопроводов стандартных сечений. Если установка рассчитывается на работу с несколькими входными патрубками, то на ее основной патрубок крепится коллекторный элемент 8.

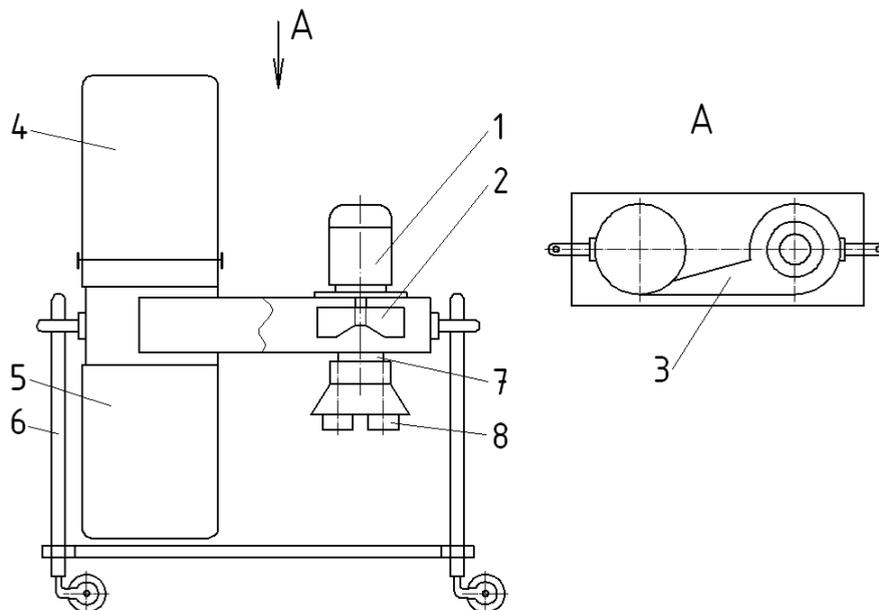


Рис. 1. Аспирационная установка автономного типа

Рабочим элементом аспирационной установки является радиальный (центробежный) пылевой вентилятор (рис. 2).

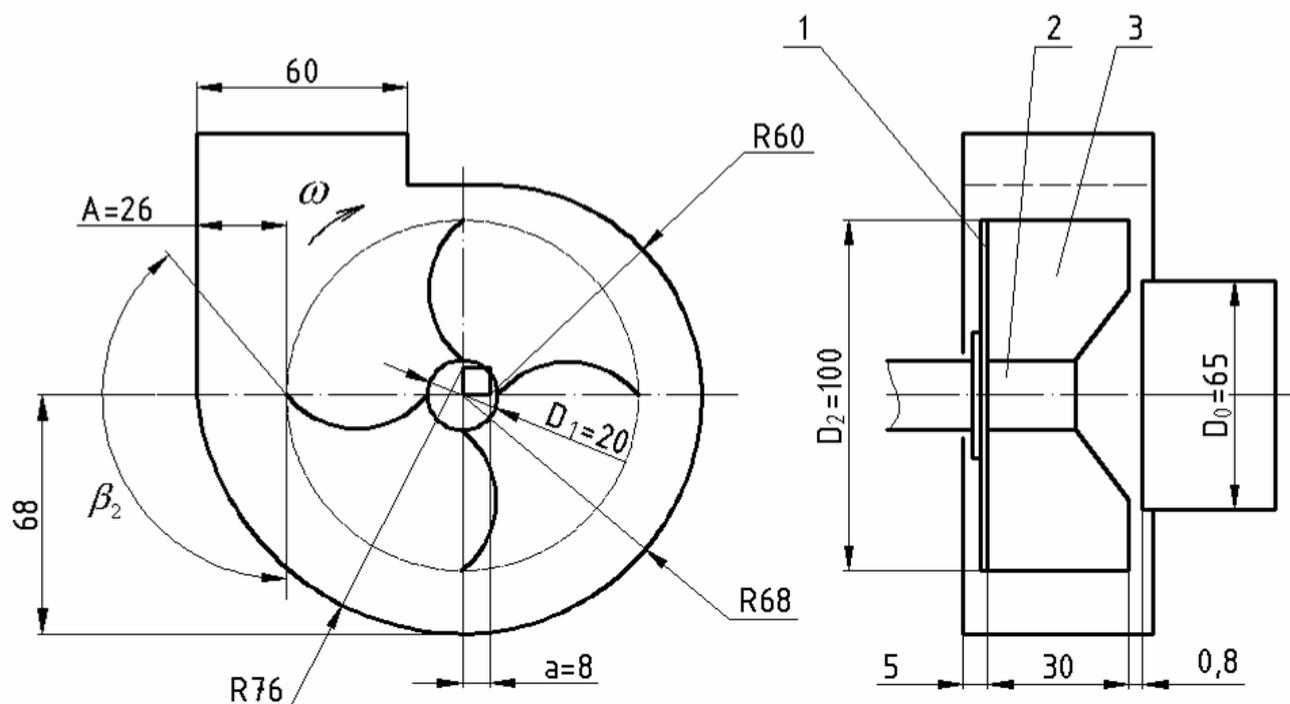


Рис. 2. Схема радиального пылевого вентилятора:

$\omega$  – угловая скорость рабочего колеса вентилятора, рад/с;  $D_0$  – диаметр входного патрубка;  $D_1$  – внутренний диаметр рабочего колеса;  $D_2$  – диаметр рабочего колеса;  $A$  – величина раскрытия спирального корпуса;  $\beta_2 = 140 \dots 160^\circ$  – угол выхода воздушного потока с лопаток

Приведенные на рис. 2 числовые значения позволяют ориентировочно определить геометрические параметры вентилятора, если размер рабочего колеса  $D_2$  принять за 100 %. Величина раскрытия спирального корпуса  $A$  представляет собой наибольшее расстояние от стенки корпуса до лопаточного колеса. Обычно очертание спирального корпуса соответствует архимедовой спирали. Приближенно архимедову спираль можно построить при помощи так называемого конструкторского квадрата со стороной  $a$ . Сторона квадрата  $a \approx 0,08D_2$  (см. рис. 2).

Само рабочее колесо вентилятора включает такие детали, как установочный диск 1, базовая втулка (или ступица колеса) 2 и лопасти 3 (рис. 2, 3).

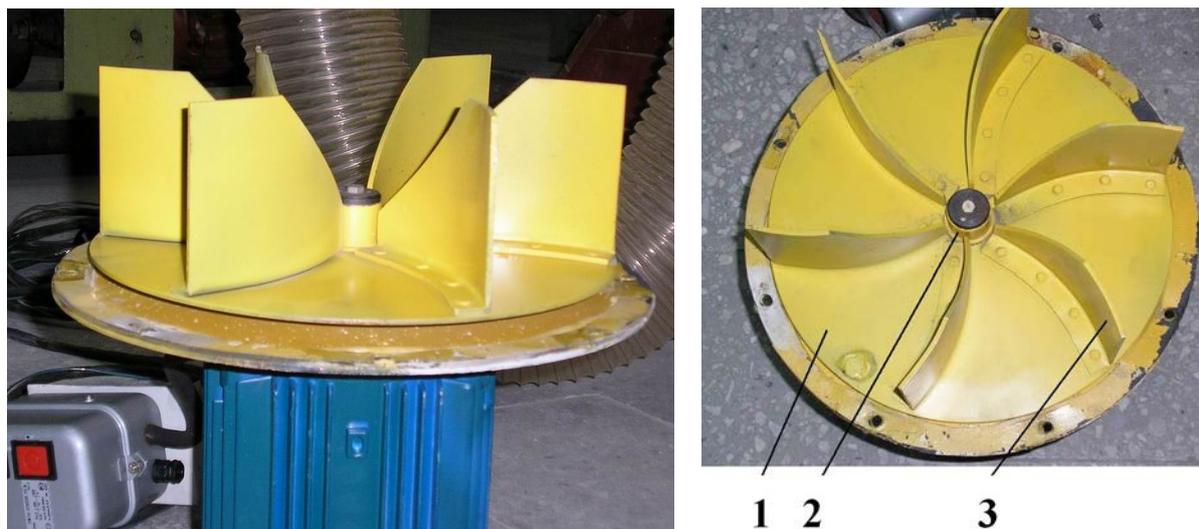


Рис. 3. Рабочее колесо вентилятора

Основными параметрами аспирационных установок являются производительность, т.е. объем отсасываемого воздуха за единицу времени  $Q$  ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) и развиваемый вентилятором напор  $H$  (Па).

Современные аспирационные установки типа УВП спроектированы на создание напора до 1200...1500 Па и имеют производительность 1000...10000  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

Эти параметры зависят от частоты вращения вентилятора. На практике имеют место случаи, когда для увеличения производительности и напора электродвигатель привода вентилятора заменяют на двигатель большей частоты вращения. При этом мощность электродвигателя во внимание не принимают, а устанавливают двигатель той же мощности либо незначительно выше. С увеличением частоты вращения вентилятора потребляемая мощность возрастает не прямо пропорционально, а в степенной зависимости. Это приводит к быстрому перегреву электродвигателя и к аварийному отказу.

### 3. ИСПЫТАНИЕ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ ПЫЛЕУЛАВЛИВАЮЩЕЙ УСТАНОВКИ УВП-2000

Целью испытания является выявление зависимости мощности, развиваемой вентилятором ( $N_{\text{пол}}, \text{Вт}$ ), развиваемого напора ( $H, \text{Па}$ ), КПД установки ( $\eta, \%$ ) и производительности ( $Q, \text{м}^3/\text{с}$ ) от частоты вращения рабочего колеса. Рабочее колесо установки УВП-2000 имеет следующие размеры: наружный диаметр колеса  $D_2 = 310$  мм, внутренний диаметр колеса  $D_1 = 40$  мм, число лопаток  $Z = 6$ , ширина лопаток  $b = 104$  мм [4].

Для регулирования частоты вращения к электродвигателю установки подключен преобразователь частоты TOSHIBA VF-S II. Схема экспериментальной установки показана на рис. 4.

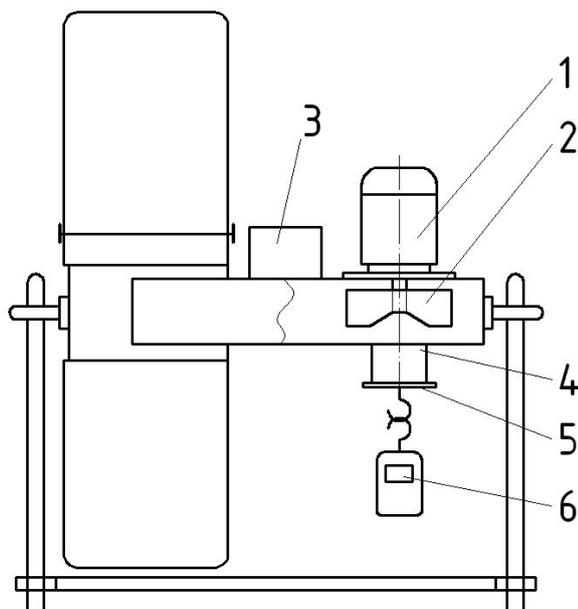


Рис. 4. Схема экспериментальной установки:  
1 – электропривод; 2 – вентиляционное колесо; 3 – частотный преобразователь TOSHIBA VF-S II (рис. 5); 4 – входной патрубок; 5 – диафрагма; 6 – динамометр



Рис. 5. Частотный преобразователь TOSHIBA VF-S II



Рис. 6. Токовые клещи ATK-2104

В ходе эксперимента измеряются следующие параметры: потребляемая электродвигателем мощность (Вт) – токовые клещи ATK-2104, подключенные к компьютеру (рис. 6); частота вращения рабочего колеса вентилятора ( $\text{мин}^{-1}$ ) – тахометр АТ-8 (рис. 7); скорость всасываемого воздуха ( $\text{м/с}$ ) – анемометр SKYWATCH Xplorer 2 (рис. 8).



Рис. 7. Тахометр АТ-8



Рис. 8. Крыльчатый анемометр SKYWATCH Xplorer 2

Определяется усилие отрыва диафрагмы от входного патрубка во время работы установки. Величина силы отрыва измеряется механическим динамометром.

По результатам измерений вычисляются следующие величины: развиваемый напор установки

$$H = \frac{F}{S} = \frac{4F}{\pi D^2}, \quad (1)$$

где  $F$  – усилие отрыва диафрагмы, Н;  
 $S$  – площадь сечения входного патрубка, м<sup>2</sup>;  
 $D$  – внутренний диаметр входного патрубка, м.

Производительность установки определяется выражением:

$$Q = SV, \quad (2)$$

где  $V$  – скорость всасываемого воздуха, м/с.

Мощность, развиваемая вентилятором, находится по формуле

$$N_{пол} = HQ, \quad (3)$$

$$\text{КПД вентилятора: } \eta = \frac{N_{пол}}{N} 100, \quad (4)$$

$N$  – потребляемая мощность привода вентилятора, Вт.

Результаты эксперимента и последующих по формулам (1)–(4) расчетов сводятся в таблицу.

Результаты эксперимента по испытанию установки

№ опыта	Частота вращения рабочего колеса $n$ , мин <sup>-1</sup>	Потребляемая мощность привода вентилятора $N$ , Вт	Усилие отрыва диафрагмы $F$ , Н	Скорость воздуха $V$ , м/с	Производительность установки $Q$ , м <sup>3</sup> /с	Напор вентилятора $H$ , Па	Мощность, развиваемая вентилятором $N_{пол}$ , Вт	КПД, %
1								
2								
...								
0								

По результатам эксперимента необходимо построить графики зависимости производительности ( $Q$ , м<sup>3</sup>/с), напора ( $H$ , Па) и мощности, развиваемой вентилятором ( $N_{пол}$ , Вт), от частоты вращения рабочего колеса (рис. 9–11).

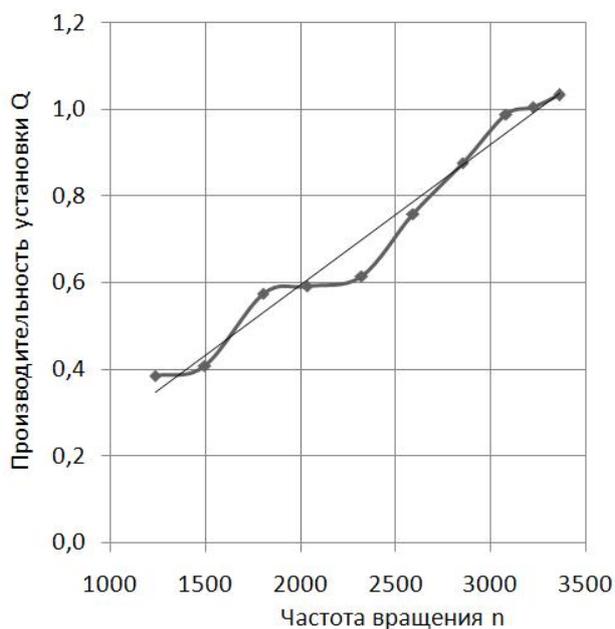


Рис. 9. График зависимости производительности установки от частоты вращения вентилятора [5]

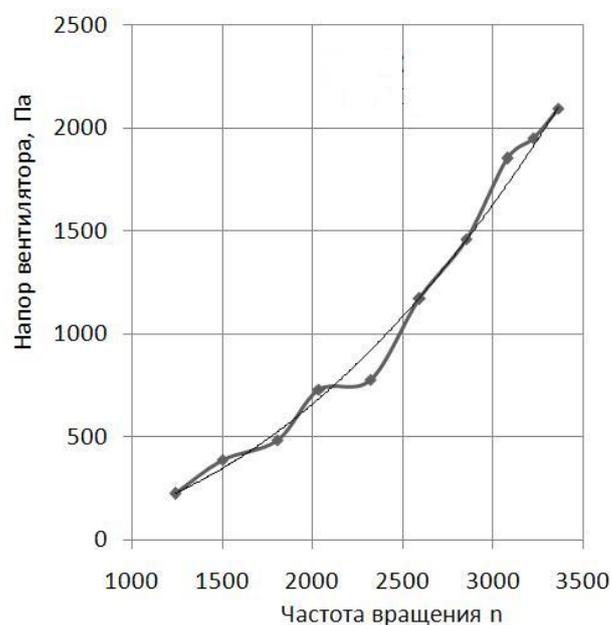


Рис. 10. График зависимости напора вентилятора от частоты вращения

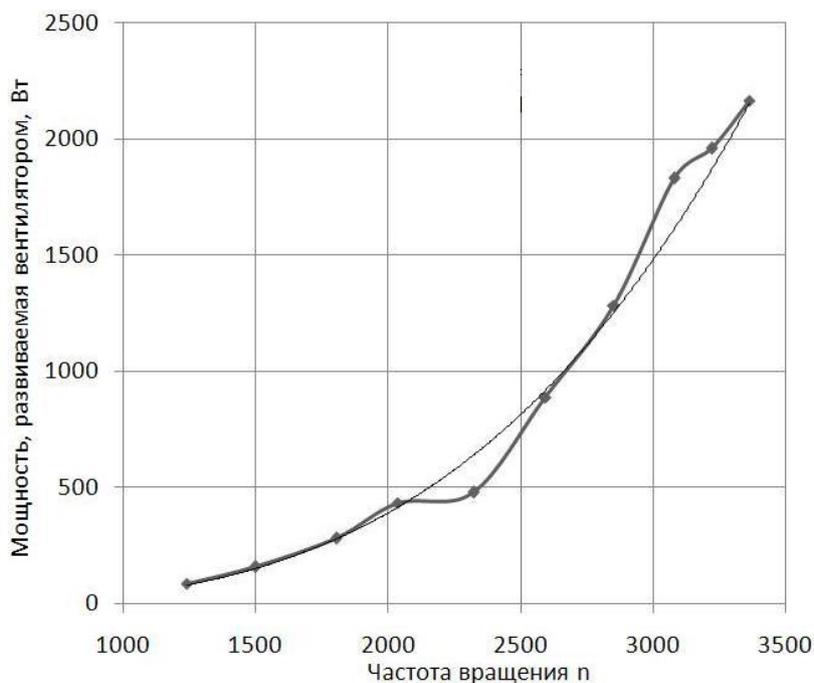


Рис. 11. График зависимости мощности, развиваемой вентилятором, от частоты вращения рабочего колеса

По результатам работы, а именно по графикам (см. рис. 9–11), сделать вывод о том, в какой зависимости находятся производительность установки, развиваемый напор вентилятора и КПД установки от частоты вращения вентилятора.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Объясните назначение аспирационных установок.
2. Объясните конструкцию автономной аспирационной установки.
3. Назовите основные параметры аспирационных установок.
4. Как определяется напор аспирационной установки в ходе испытаний?
5. Как определяется производительность аспирационной установки в ходе испытаний?
6. Как зависит производительность установки от частоты вращения вентилятора?
7. Как зависит развиваемый напор вентилятора от частоты вращения вентилятора?
8. Как зависит КПД установки от частоты вращения вентилятора?
9. Как зависит мощность, развиваемая вентилятором, от частоты вращения вентилятора?

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ФГОС ВО по направлению подготовки 35.03.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств» от 20.10.2015.
2. Александров А.Н., Козориз Г.Ф. Пневмотранспорт и пылеулавливающие сооружения на деревообрабатывающих предприятиях: справочник / под. ред. А.Н. Александрова. М.: Лесн. пром-сть, 1988. 248 с.
3. Сулинов В.И., Щепочкин С.В., Гороховский А.К. Подъемно-транспортные машины отрасли. Расчет и проектирование аспирационных установок автономного типа: метод. указ. для проведения практических занятий спец. 250403 «Технология деревообработки» / УГЛТУ. Екатеринбург, 2010. 11 с.
4. Сулинов В.И., Щепочкин С.В., Гороховский А.К. Расчет и проектирование аспирационных установок автономного типа // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: тр. III Междунар. евразийского симпозиума / под науч. ред. В.Г. Новоселова. Екатеринбург, 2008. С. 215 – 221.
5. Андреев М.А., Опалева Д.Г., Щепочкин С.В. Экспериментальное определение характеристик автономных аспирационных установок // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: сб. матер. XII Всерос. науч.-техн. конф. студ. и аспирантов. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2016. Ч.1. С. 38 – 42.