

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра технической эксплуатации и ремонта автомобилей

А.П.ПОСЛАВСКИЙ, В.В.СОРОКИН

# **ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ И СРЕДСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом  
государственного образовательного учреждения  
высшего профессионального образования  
«Оренбургский государственный университет»

Оренбург 2006

**УДК 629.1.01.:621791.75.07**

**ББК 39.33-04я7**

**П 61**

**Рецензент**

**профессор, кандидат технических наук В.П. Апсин**

**Пославский А.П.**

**П 61 Технология, оборудование и средства технологического оснащения при восстановлении резинотехнических изделий: методические указания к лабораторной работе/ А.П. Пославский, В.В. Сорокин – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2006. – 16 с.**

Методические указания предназначены для выполнения лабораторной работы по дисциплинам: «Технология восстановления деталей», «Ремонт автомобилей», «Транспортная энергетика» для студентов специальностей 190603, 190601 и 190702 – «Сервис и техническая эксплуатация транспортных и технологических машин и оборудования», «Автомобили и автомобильное хозяйство», «Организация безопасности движения» очной и очно-заочной формы обучения.

**ББК 39.33-04я7**

**© Пославский А.П., 2006**

**Сорокин В.В.**

**© ГОУ ОГУ, 2006**

# Содержание

1 Цель работы.....	7
2 Общие сведения.....	7
2.1 Состав резины.....	7
2.2 Технологические этапы изготовления РТИ.....	8
2.3 Вулканизация резиновых смесей.....	11
2.4 Физико-механические свойства резины.....	14
3 Используемое оборудование и материалы .....	16
4 Описание и принцип работы электропаровулканизатора.....	16
5 Порядок выполнения работы.....	17
6 Содержание отчета.....	18
7 Контрольные вопросы.....	18
Список использованных источников.....	19

## 1 Цель работы

Знакомство с технологическими процессами, оборудованием и средствами технологического оснащения при восстановлении резинотехнических изделий, приобретение практических навыков по определению физико-механических свойств резин и выбору технологических режимов в процессе восстановления РТИ.

## 2 Общие сведения

Многие автомобильные детали изготавливают из резины или же из композиций на основе резины. Количество наименований таких деталей на автомобиле превышает 500, а их масса составляет более 5% общей массы автомобиля.

Резину используют для изготовления опор двигателя, шлангов и патрубков систем охлаждения, питания, смазки, отопления, вентиляции, приводных ремней, уплотнителей кузова и кабин, манжет, чехлов, диафрагм, но основное применение резина находит при изготовлении шин.

### 2.1 Состав резины

*Резина* – сложная многокомпонентная система, получаемая путем вулканизации резиновой смеси, включающая следующие ингредиенты: каучук, вулканизирующие агенты, ускорители вулканизации, активаторы, противостарители, активные и неактивные наполнители, красители, мягчители, ингредиенты специального назначения.

В зависимости от назначения в резину могут входить лишь часть перечисленных компонентов, но в ее составе всегда содержится каучук и вулканизирующий агент.

*Каучук* является основой резиновой смеси и определяет качество резины. В шинных резиновых смесях содержание каучука составляет примерно 50-60 % (по массе). Каучук подразделяется на натуральный (НК) и синтетический (СК).

*Сера* является основным вулканизирующим агентом при производстве резины. Ее содержание может составлять от 4 до 15 % от массы каучука. От количества серы зависит твердость резины. При содержании серы 40-60 % от массы каучука он превращается в эбонит – высокотвердый материал, поддающийся механической обработке.

*Ускорители вулканизации* – сокращают время вулканизации, повышают физико-механические свойства и сопротивление старению. Ими служат альтакс, каптакс, тиурам и др. Содержание 1 – 2 % от массы каучука.

*Активаторы вулканизации* – активизируют действие ускорителей и повышают предел прочности при растяжении. В качестве активаторов используют окислы некоторых металлов, главным образом окись цинка

(цинковые белила), в количестве до 5 % от массы каучука. Окись цинка также повышает теплопроводность резины.

*Активные наполнители (усилители)* – служат для улучшения свойств резины. Основным усилителем шинных резин является сажа, повышающая прочность резины при растяжении, твердость и износостойкость. В то же время сажа снижает эластичность резины. Содержание сажи иногда превышает 50 % от массы каучука. Кроме сажи в качестве усилителей используют светлые наполнители: белая сажа (кремнезем), окись магния, окись цинка, каолин и др.

*Неактивные наполнители* (например, отмученный мел, асбестовая мука), которые применяют в количестве 30 – 40 % от массы каучука для увеличения объема резиновой смеси и ее удешевления без заметного ухудшения свойств резины.

*Противостарители* – применяют в количестве 1 – 2 % от массы каучука для замедления процесса старения резины под действием кислорода воздуха и солнечных лучей.

*Мягчители* или *пластификаторы* – способствуют лучшему смешиванию составных частей резиновых смесей и делают резиновую смесь более пластичной. В качестве мягчителей применяют продукты переработки нефти (мазут, гудрон, парафин), каменноугольные смолы, растительные масла, канифоль и др. Содержание мягчителей составляет от 2 – до 30 % от массы каучука.

*Регенерат* – применяют для частичной замены каучука. Он представляет собой резину полученную из отработанных резиновых деталей, путем девулканизации.

## **2.2 Технологические этапы изготовления РТИ**

### **2.2.1 Смешение**

Смешивая каучуки с ингредиентами в определенных соотношениях, можно получить резиновые смеси, легко поддающиеся технологической обработке, и вулканизаты с самыми разнообразными техническими свойствами.

После смешения к полученной резиновой смеси предъявляются следующие требования:

- равномерное распределение всех компонентов, входящих в ее состав;
- хорошие технологические свойства;
- обеспечение после вулканизации заданных физико-механических свойств вулканизата.

Таким образом, смешение является очень сложным термомеханическим и одновременно химическим процессом, существенно влияющим на свойства резин, поэтому очень важно строго соблюдать установленный режим смешения, а также условия хранения резиновых смесей.

На предприятиях где используются резиновые смеси в малых количествах, но в большом ассортименте применяют смесительные вальцы. Вальцы целесообразно использовать при приготовлении резиновых смесей на

основе жестких бутадиен-нитрильных каучуков, которые требуют при обработке значительной затраты энергии и сильно разогреваются.

Процесс смешивания на вальцах можно подразделить условно на три стадии:

- а) подготовка каучука для смешивания;
- б) введение ингредиентов;
- в) перемешивание резиновой смеси.

Для выполнения операции смешения на современных заводах, используют резиносмесители. Резиносмесители имеют преимущества перед вальцами и характеризуются: более высокой производительностью, лучшими условиями труда и безопасностью работы, большими возможностями автоматизации процесса смешения, меньшим расходом электроэнергии.

### 2.2.2 Каландрование

На каландрах производят листование и профилирование резиновых смесей для получения листов с гладкой поверхностью или профилированных листов с фигурным сечением. Листы резиновой смеси изготавливают различной длины с заданными толщиной (калибром) и шириной. Листование резиновых смесей производится путем их термической и механической обработки на валках каландра, приводящей к ее пластической деформации. Основная обработка резиновой смеси на каландре происходит при прохождении ее через зазоры между валками каландра.

### 2.2.3 Шприцевание

Шприцеванием (экструзией) называется процесс формования заготовок заданного профиля путем продавливания пластичной, предварительно разогретой резиновой смеси через профилирующее отверстие соответствующей формы и размеров под большим давлением. Шприцевание проводят на шприц-машинах отличающихся высокой производительностью и простотой обслуживания.

Поступающая в шприц-машину через загрузочную воронку пластичная резиновая смесь захватывается вращающимся червяком, который отрезает от нее отдельные куски и проталкивает их по направлению к головке. Сечение головки за червяком больше сечения профилирующего отверстия, поэтому резиновая смесь встречает значительное сопротивление при выходе из головки шприц-машины. Вследствие непрерывной подачи червяком новых порций резиновой смеси в головке создается давление. При этом отдельные куски резиновой смеси под давлением уплотняются в общую массу в зоне последних витков червяка и создается непрерывный поток резиновой смеси.

### 2.2.4 Литье резиновых смесей под давлением

Сущность процесса литья резиновых смесей под давлением состоит в заполнении формы предварительно разогретой пластичной резиновой смесью

при высоком давлении. Заполнение формы производят через литьевой канал (литник) диаметром 10...12 мм. При большом давлении пластичная резиновая смесь обладает значительной текучестью и легко заполняет внутреннюю полость формы. Необходимое давление создается при помощи плунжера или вращающегося червяка.

На современных литьевых агрегатах осуществляются два процесса: литье и вулканизация. Эти агрегаты имеют две основные части: инжекционную часть (литьевое устройство) и вулканизационно-прессовую часть (узел смыкания). Инжекционная часть предназначена для прогрева резиновой смеси и подачи ее в полость литьевой формы. Прессовая часть агрегата служит для удержания формы в плотно закрытом состоянии в процессе литья и вулканизации изделия.

### 2.2.5 Крепление резины к металлам

Крепление резины к металлам применяется при изготовлении различных резино-металлических изделий.

В основном все способы крепления делятся на холодные и горячие.

Холодное крепление резины проводят при температуре 20-30 °С при помощи самовулканизирующихся клеев.

При горячих способах резиновые смеси крепятся к металлам в процессе вулканизации (при 140-165 °С) при помощи эбонита, с применением промежуточного слоя латуни, при помощи клеев.

Подготовка поверхности металлов для крепления резины является важной операцией, от качества проведения которой в значительной степени зависит прочность крепления резины к металлу. Поэтому поверхность металлов подвергают предварительной обработке.

Удаление смазки и жиров (обезжиривание) может проводиться разными способами:

- обработка арматуры органическими растворителями (бензином, ацетоном, дихлорэтаном и др.) в ванне или обработкой парами растворителя в специальном аппарате;
- обработкой арматуры или различных металлических деталей в котле острым паром, при этом масла размягчаются и смываются горячим конденсатом с поверхности металла

Для очистки поверхности металла от ржавчины, окалины и загрязнений применяют:

- механическую обработку на токарных станках при обрешивании валов (гуммировании валов);
- очистку поверхности с помощью песка, стальной или чугунной дроби (пескоструйная или дробеструйная обработка поверхности металла);
- очистку поверхности металлическим инструментом, приводимым в действие от электропривода через гибкий шланг, или вручную с помощью щеток.

При креплении резины к металлу способом латунирования поверхности мелкой арматуры очищают от окалины растворами минеральных кислот. После химической обработки арматуру промывают и сушат, а затем на нее наносят слой защитного клея, предохраняющего поверхность арматуры от ржавчины (коррозия металла приводит к снижению прочности крепления).

Для защиты поверхности стальной арматуры от коррозии в некоторых случаях ее фосфатируют. При этом на поверхности образуется неметаллический слой фосфатов, не проводящих электрического тока, в котором не образуются электрические цепи, способствующие коррозии.

### 2.3 Вулканизация резиновых смесей

*Вулканизацией* называется процесс нагрева резиновой смеси до определенной температуры и выдержке ее в течение определенного промежутка времени.

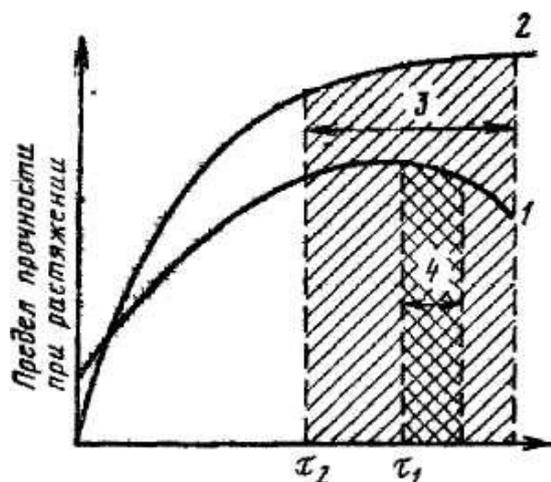
Для каждой резиновой смеси устанавливается оптимальная температура и время вулканизации исходя из *оптимума* вулканизации и *плато* вулканизации. Температура процесса должна быть выше температуры плавления серы и ниже температуры плавления каучука. Для шинных резин она составляет 130 – 160 °С.

*Оптимумом вулканизации* называется наименьшая продолжительность вулканизации, обеспечивающая наилучшие физико-механические свойства резины ( $\tau_1$ ;  $\tau_2$ , рисунок 1).

*Плато вулканизации* называется продолжительность периода вулканизации, в течение которого сохраняются высокие физико-механические свойства (3 и 4, рисунок 1).

Большинство резиновых изделий вулканизуют различными способами «горячей» вулканизации при температуре 130...220 °С. Нагревание в процессе вулканизации производится различными способами. Оно может происходить путем передачи тепла от вулканизационной среды, в которой находится изделие, а также путем теплоотдачи от горячих металлических поверхностей, между которыми находится вулканизуемое изделие, или с помощью теплового излучения лампами инфракрасного света, или с помощью потоков высокой и ультравысокой частоты.

При электрическом обогреве тепловая энергия образуется в нагревательных элементах электрического сопротивления, вмонтированных в вулканизационное оборудование, в нагревательных элементах индукционного типа или с помощью нагревателей высокой частоты или ламп инфракрасного света.



1 – натуральный каучук; 2 – синтетический каучук;  
 $\tau_1$  и  $\tau_2$  – оптимум вулканизации; 3 и 4 – плато вулканизации.

Рисунок 1 – Зависимость предела прочности от времени вулканизации

В промышленности применяют различное вулканизационное оборудование и в соответствии с этим различные способы горячей вулканизации резиновых изделий:

- в котлах (горизонтальных и вертикальных);
- в вулканизационных прессах;
- в пресс-автоклавах;
- в индивидуальных вулканизаторах;
- на машинах и вулканизационных аппаратах непрерывного действия.

Основными техническими факторами, влияющими на процесс вулканизации и качество вулканизованных изделий, являются:

- природа вулканизационной среды;
- температура вулканизации;
- продолжительность вулканизации;
- давление на поверхность вулканизуемого изделия;
- условия нагревания.

Вулканизационной средой называют среду, с которой непосредственно в той или иной степени соприкасаются сырые резиновые заготовки в процессе вулканизации. В качестве вулканизационной среды применяют насыщенный водяной пар, перегретый пар, горячий воздух, инертные газы, воду, растворы хлорида кальция, глицерин, растворы ускорителей вулканизации.

Чаще всего в качестве вулканизационной среды используют насыщенный водяной пар под избыточным давлением 0,2 - 0,8 МПа, так как он имеет ряд преимуществ по сравнению с другими средами:

- а) обеспечивает высокий коэффициент теплопередачи и быстрое нагревание изделия;
- б) не оказывает вредного влияния на каучук;

в) позволяет легко регулировать температуру путем изменения его давления.

Значительно реже в качестве вулканизационной среды применяют перегретый водяной пар. Его используют в тех случаях, когда требуется обеспечить меньшее образование конденсата.

Горячий воздух в качестве вулканизационной среды применяют относительно редко, так как он оказывает неблагоприятное влияние на каучук, вызывая его окисление и связанные с этим нежелательные изменения его структуры. Кроме того, горячий воздух обладает низким коэффициентом теплопередачи. При вулканизации в среде горячего воздуха трудно обеспечить равномерное и быстрое нагревание изделия. При вулканизации в котлах в качестве вулканизационной среды используют горячий воздух с избыточным давлением 0,2...0,5 МПа. Горячий воздух можно применять и при атмосферном давлении, например, при вулканизации в вулканизационных камерах.

Горячие инертные газы в качестве вулканизационной среды применяют довольно редко.

Горячую воду с температурой 120...160 °С при избыточном давлении 0,1...0,6 МПа применяют для вулканизации массивных эбонитовых изделий, так как она обеспечивает медленное равномерное нагревание заготовок по всему объему, что особенно важно при изготовлении массивных эбонитовых изделий.

Вулканизацию резиновой и эбонитовой обкладок громоздких аппаратов, например травильных ванн, производят путем заполнения этих аппаратов водным раствором хлорида кальция. В этом случае можно вулканизовать при атмосферном давлении при 100...106 °С. Раствор нагревают с помощью паровых змеевиков, устанавливаемых внутри аппарата.

Если нужно обеспечить более высокую температуру вулканизации при атмосферном давлении, то применяют водный раствор глицерина. Горячий глицерин и горячий раствор хлорида кальция не оказывают вредного влияния на поверхность резиновых изделий.

Горячие растворы ультраускорителей применяют иногда при вулканизации тонких резиновых изделий. При этом ультраускоритель диффундирует из раствора в тонкий слой резины, обеспечивая вулканизацию изделий.

Процесс вулканизации обычно продолжается от нескольких минут до нескольких часов. На продолжительность вулканизации влияют состав резиновой смеси, температура вулканизации, размеры резинового изделия, а также способ нагревания и природа вулканизационной среды.

Зависимость продолжительности вулканизации от температуры для тонких резиновых изделий толщиной до 2 мм, прогрев которых практически происходит мгновенно, выражается следующим уравнением:

$$\frac{\tau_2}{\tau_1} = K^{\left(\frac{t_1 + t_2}{10}\right)}, \quad (2.1)$$

где  $K$  – температурный коэффициент скорости вулканизации, равный примерно 2;

$\tau_1$  – продолжительность вулканизации при температуре  $t_1$ ;

$\tau_2$  – продолжительность вулканизации при температуре  $t_2$ .

При  $K = 2$  как видно из уравнения, с повышением температуры на  $10^\circ\text{C}$  продолжительность вулканизации резиновых изделий толщиной 1...2 мм сокращается в 2 раза.

При вулканизации массивных изделий общую продолжительность вулканизации  $\tau$  можно условно представить как сумму двух слагаемых, первое из которых представляет продолжительность нагревания изделия до температуры вулканизации  $\tau_{\text{нагр}}$ , а второе – продолжительность самой вулканизации  $\tau_{\text{вулк}}$ .

$$\tau = \tau_{\text{нагр}} + \tau_{\text{вулк}}, \quad (2.2)$$

Продолжительность нагрева может быть большой; она возрастает с увеличением толщины изделия. Продолжительность вулканизации не зависит от линейных размеров изделия, но зависит от температуры процесса. Чем больше толщина изделия, тем больше при заданной температуре продолжительность вулканизации  $\tau$ , так как при этом увеличивается  $\tau_{\text{нагр}}$ .

Внешнее давление, действующее на изделие, даже если оно небольшое (порядка нескольких атмосфер), оказывает значительное влияние на качество вулканизуемых изделий, повышая монолитность резины. С повышением давления значительно понижается пористость резины. Кроме того, давление на поверхность вулканизуемого изделия увеличивает прочность связи резины с армирующим материалом.

Недостаточное давление при вулканизации в формах приводит к недопрессовке изделий, а также к получению изделий, несколько большей высоты по сравнению с заданной.

## 2.4 Физико-механические свойства резины

При определении качества РТИ рассматривают следующие физико-механические свойства резины:

- предел прочности;
- относительное удлинение;
- твердость;
- упругость и др.

*Предел прочности резины*, характеризуется напряжением, возникающим в момент ее разрыва.

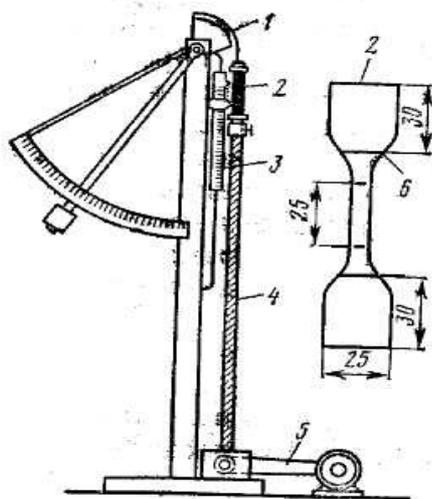
$$\sigma_z = \frac{P_k}{nb}, \text{ кгс/см}^2, \quad (2.3)$$

где  $P_k$  – нагрузка, при которой разрывается образец, кгс/см<sup>2</sup>;  
 $n$  – первоначальная толщина образца, см;  
 $b$  – первоначальная ширина образца, см.

*Относительное удлинение* резины  $\varepsilon_z$  выражается в процентах и представляет собой отношение длины образца в момент разрыва  $l_k$  к его первоначальной длине  $l_0$ :

$$\varepsilon_z = \frac{l_k - l_0}{l_0} \cdot 100\%, \quad (2.4)$$

Относительное удлинение определяется на разрывной машине представленной на рисунке 2.



1 – подвижной сектор; 2 – испытываемый образец; 3 – измерительная линейка; 5 – привод червячного винта; 6 – зажимные метки.

**Рисунок 2 – Схема разрывной машины**

*Твердость* резины измеряют в условных единицах деления шкалы твердомера Шора, зависящих от глубины погружения притупленной иглы в испытуемый образец.

*Эластичность* (упругость) резины определяют на маятниковом упругомере по максимальному углу отклонения маятника, после удара его об

испытуемый образец.

### **3 Используемое оборудование и материалы**

В ходе проведения лабораторной работы используются следующие материалы и оборудование:

- растворитель;
- резиновая смесь ИРП-1147;
- пресс-форма;
- ручной пресс;
- электропаровулканизатор (ЭПВ);
- разрывная машина;
- твердомер Шора;
- штангенциркуль.

### **4 Описание и принцип работы электропаровулканизатора**

Принцип работы ЭПВ заключается в нагреве изделий в технологической среде (насыщенный водяной пар или перегретая вода). Процесс вулканизации происходит в замкнутой системе, в которой технологическая среда находится под избыточным давлением.

ЭПВ позволяет проводить управляемый процесс вулканизации, основанный на равномерном нагреве технологической среды, с точной выдержкой заданного температурного режима, это достигается использованием замкнутой системы. Схема лабораторной установки представлена на рисунке 3.

Вулканизация сформованных изделий происходит в вулканизационной камере 2, представляющей собой емкость, соединенную с электропарогенератором 3. Вулканизационная камера расположена вертикально и сверху закрыта крышкой. На крышке расположен электроконтактный манометр (ЭКМ) 6, датчик температуры 11 и продувочный вентиль 7.

Нагрев технологической среды происходит в парогенераторе 3 при помощи электродов 9, закрепленных на крышке парогенератора, к которым подводится трехфазный электрический ток напряжением 380 В. Заправка установки водой осуществляется через вентиль 8.

Для регулирования температуры процесса имеется расширительная емкость 4, на которой расположен предохранительный клапан 5 и вентиль для подкачки воздуха 10.

Вулканизация изделий может проводиться в интервале температур от 110 до 160 °С, необходимое значение температуры устанавливается по давлению перегретой воды в системе.

Контроль температуры осуществляется по показаниям датчика температуры 11 и ЭКМ 6.

1 – рама; 2 – камера вулканизации; 3 – парогенератор; 4 – расширительная емкость; 5 – предохранительный клапан; 6 – ЭКМ; 7 – вентиль продувочный; 8 – вентиль заправочный; 9 – электроды; 10 – вентиль воздушный; 11 – датчик температуры; 12 – теплоизоляция; 13 – шкаф управления

Рисунок 3 – Схема лабораторной установки

## **5 Порядок выполнения работы**

5.1 Отделить ножом от пластины сырой резиновой смеси заготовки необходимого размера (по заданию преподавателя).

5.2 Погрузить вырезанные заготовки в емкость с растворителем и выдержать в течение 15-20 мин.

5.3 Очистить пресс-форму от остаточных загрязнений.

5.4 Поместить выдержанные в растворителе заготовки в пресс-форму и сформовать на ручном прессе.

5.5 Поместить пресс-форму в камеру вулканизации.

5.6 Закрыть крышку при помощи болтов.

5.7 Открыть кран подачи воды 8.

5.8 Вытеснить воздух из системы при помощи продувочных вентиля 7.

5.9 Закрыть кран подачи воды 8.

5.10 Настроить ЭКМ на давление  $p_{\min}=0,55$  МПа,  $p_{\max}=0,6$  МПа.

5.11 Включить питание установки.

5.12 Провести процесс вулканизации, с выдержкой 20 минут.

5.13 Отключить питание установки.

5.14 Открыть вентиль 8 и дождаться слива всей воды.

- 5.15 Открыть крышку камеры вулканизации.
- 5.16 Достать пресс-форму.
- 5.17 Разобрать пресс-форму и извлечь образцы.
- 5.18 Определить физико-механические свойства полученных образцов.
- 5.19 Сделать выводы о выполненной работе и подготовить отчет.

## 6 Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать краткий конспект, содержащий основные понятия и определения, изложенные в разделе 2, формулы и пояснения к ним, протокол проведения испытаний (таблица 1), подписанный преподавателем или учебным мастером.

Таблица 1 – Протокол проведения испытаний

Материал образца	Температура вулканизации, $T, ^\circ\text{C}$	Время вулканизации, $t, \text{мин}$	Твердость резины	Предел прочности, $\sigma_z, \text{кгс/см}^2$	Сопротивление раздиру, $\sigma'_z, \text{кгс/см}$

## 7 Контрольные вопросы

1. Что такое резина?
2. Дайте определение процесса вулканизации.
3. Что является основным вулканизирующим агентом в шинных резинах?
4. Назовите основные компоненты резиновых смесей.
5. Назовите основные технологические параметры процесса вулканизации.
6. Что такое плато вулканизации?
7. Что такое оптимум вулканизации?
8. Чем характеризуется предел прочности резины?
9. В каких единицах и на каком оборудовании определяется твердость резины?
10. Назовите основные узлы и принцип работы лабораторной установки.

## **Список использованных источников**

1. Белозеров Н.В. Технология резины /Н.В. Белозеров – М.: Химия, 1979. – 472 с.
2. Восстановление автомобильных деталей: Технология и оборудование. /В.Е. Канарчук, А.Д. Чигринец, О.Л. Голяк, П.М. Шоцкий. – М.: Транспорт, 1995. – 303 с.
3. Колесник П.А. Материаловедение на автомобильном транспорте /П.А. Колесник – М.: Транспорт, 1980. – 247 с.
4. Кошелев Ф.Ф. Общая технология резины / Ф.Ф.Кошелев [и др.] – М.: Химия, 1968. – 425 с.
5. Потураев В.Н. Резиновые детали машин / В.Н. Потураев, В.И. Дырда – М.: Машиностроение, 1977. – 286 с.