

МПС — СССР

**ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ ИНСТИТУТ
ИНЖЕНЕРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

Инженер А. А. МУЦКАЯ

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ
И РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПОГЛОЩАЮЩИХ
АППАРАТОВ АВТОСЦЕПКИ ТИПА Ш-1-Т
С КОРПУСАМИ, ПОДВЕРГНУТЫМИ
АВТОСКРЕПЛЕНИЮ**

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Днепропетровск
1967

Просим Вас и сотрудников Вашего учреждения, интересующихся темой диссертации, принять участие в заседании Ученого совета или прислать свой отзыв о работе по адресу: Днепропетровск, 10. Университетская, 2, институт инженеров железнодорожного транспорта.

Публичная защита диссертации состоится на заседании Ученого совета **14** марта 1967 года.

Дата отправки / февраля 1967 года.

НТБ
ДНУЖТ

МПС — СССР
ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ ИНСТИТУТ
ИНЖЕНЕРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

На правах рукописи

Инженер А. А. МУЦКАЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ
И РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПОГЛОЩАЮЩИХ
АППАРАТОВ АВТОСЦЕПКИ ТИПА Ш-1-Т
С КОРПУСАМИ, ПОДВЕРГНУТЫМИ
АВТОСКРЕПЛЕНИЮ

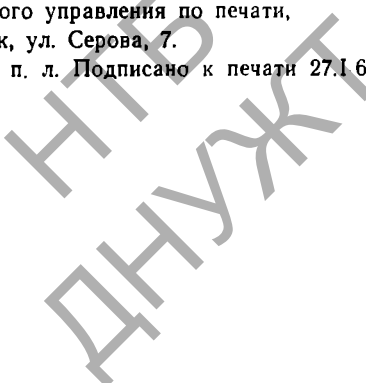
А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель —
доктор технических наук, профессор
Л. Н. НИКОЛЬСКИЙ.

Днепропетровск
1967

Экспериментальная часть работы выполнена в лаборатории кафедры «Детали машин» Брянского института транспортного машиностроения и на Бежицком сталелитейном заводе.

БТ 09562. Областная книжная типография
Днепропетровского областного управления по печати,
г. Днепропетровск, ул. Серова, 7.
Заказ № 194-м. Тираж 200. Объем 1 п. л. Подписано к печати 27.1.67 г.



Снижение сил удара, передающихся при эксплуатации на различные машины и сооружения, в настоящее время является задачей весьма важной, особенно для подвижного состава железных дорог. Увеличение веса поездов и грузоподъемности вагонов, рост скорости их движения и интенсивности маневровых операций приводит к возникновению ударов большой силы, воспринимаемых автоспечным устройством, в частности, поглощающим аппаратом.

Работоспособность поглощающего аппарата определяется следующими основными показателями:

1) силовой характеристикой аппарата — зависимостью между силой, сжимающей аппарат, и величиной его сжатия (хода);

2) эффективностью или работоспособностью аппарата; под эффективностью понимается кинетическая энергия удара, воспринимаемая аппаратом при его полном сжатии;

3) способностью необратимо поглощать энергию удара, определяемой как отношение необратимо поглощаемой энергии к эффективности аппарата;

4) стабильностью работы аппарата, т. е. способностью сохранять величину эффективности и форму силовой характеристики при повторных ударах;

5) износоустойчивостью деталей;

6) прочностью и долговечностью их.

Влияние первых пяти факторов на работоспособность аппаратов изучалось различными исследователями теоретически и экспериментально. Такие исследования проводились в различное время Всесоюзным научно-исследовательским институтом железнодорожного транспорта, Брянским институтом транспортного машиностроения, Днепропетровским институтом инженеров железнодорожного транспорта и другими институтами.

Изучению же вопросов прочности фрикционных аппаратов

уделялось мало внимания. Однако в эксплуатации нередко случаи малого срока службы поглощающих аппаратов по причинам разрушений их корпусов. Типичными разрушениями корпусов являются продольные трещины, чаще всего возникающие в углах на стыке клиньев, идущие от обреза горловины до ребер, а также продолжающиеся до дна корпуса. Встречаются также корпус с износом стенки, причем в основном имеет место неравномерный износ. Кроме указанных повреждений корпуса встречаются разрушение и износ клиньев, поломка пружин, искривление и разрыв стяжного болта, заклинивание аппарата. Наблюдаются также пластические деформации, выражающиеся в уширении горловины вблизи ее верхнего обреза, особенно у сильно изношенных корпусов.

Разрушение корпусов (даже при удовлетворительном качестве отливки), клиньев, разрывы и искривление стяжных болтов аппаратов происходят, главным образом, из-за неблагоприятных силовых взаимодействий, обусловленных неравномерной передачей усилий между элементами аппарата. Эта неравномерность связана с дефектами изготовления аппарата и недостаточной жесткостью системы допусков и технических условий. В таких аппаратах с самого начала работы напряжения распределяются неравномерно, высокие напряжения сосредотачиваются в углах корпуса.

Повысить прочность корпуса можно путем:

- 1) увеличения толщины стенок корпуса;
- 2) применения более прочного материала или улучшения механических свойств материала методом термообработки;
- 3) обеспечения более равномерного и более выгодного распределения напряжений за счет улучшения конструкции и повышения точности изготовления корпуса;
- 4) создания преднамеренных пластических деформаций корпуса, что позволит, с одной стороны, более равномерно распределить напряжения и, с другой, — упрочнить корпус за счет явления автоскрепления.

Повысить прочность корпуса путем увеличения толщины его стенок не представляется возможным вследствие ограниченных габаритов места установки корпуса.

Направленное пластическое деформирование до сего времени не использовали для повышения прочности корпусов фрикционных аппаратов, однако способ упруго-пластического автоскрепления является перспективным. Автоскрепление корпуса позволяет увеличить не только его прочность, но и

увеличить несущую способность корпуса и повысить основные показатели работы аппарата.

В диссертации проведено исследование по изучению возможности повышения прочности корпуса и улучшения основных показателей работы аппарата путем создания преднамеренных пластических деформаций (автоскрепление) корпуса; выполнен расчет процесса автоскрепления корпуса, в результате которого определены необходимая величина давления и величина наибольшей поперечной деформации горловины корпуса, определяющие окончание процесса автоскрепления. Приводятся экспериментальные данные процесса статического и динамического автоскрепления корпусов с описанием разработанного технологического процесса автоскрепления.

В работе рассмотрен также анализ типичных повреждений фрикционных аппаратов типа Ш-1-Т в условиях эксплуатации, проведено теоретическое и экспериментальное исследование напряженного состояния корпуса аппарата при работе его в упругой стадии.

1. Теоретическое исследование напряженного состояния корпусов при упругих деформациях и расчет процесса автоскрепления их

Теоретический анализ напряженного состояния корпуса аппарата выполнен как для плоской замкнутой рамы, вырезанной из горловины корпуса двумя близкими параллельными поперечными сечениями. Расчет такой рамы легко выполняется методом сил.

Анализ опытных данных о напряженном состоянии корпуса подтверждает возможность расчета горловины как плоской системы. Экспериментальные исследования, проведенные электротензометрированием, показали, что определяющими факторами в оценке прочности корпуса являются напряжения от поперечного изгиба и растяжения. Наиболее напряженным является верхний пояс горловины, высотой примерно 60—70 мм; ниже напряжения резко уменьшаются и на расстоянии 210—220 мм от обреза горловины становятся близкими к нулю.

Основной нагрузкой корпуса является распорное давление клиньев аппарата. Распределение этого давления по высоте и периметру горловины корпуса определяется характером прилегания клиньев, которое зависит от точности изготовле-

ния как корпуса, а также клиньев и нажимного конуса. При неточном изготовлении деталей аппарата, а в некоторых случаях при неблагоприятном сочетании допусков на изготовление корпуса, клиньев, нажимного конуса, а также при наличии больших неровностей на поверхностях трения, возможно возникновение значительных сосредоточенных сил, например, по краям или в углах, или в серединах клиньев. Возможны и другие схемы нагрузок, например: два клина передают давление на корпус равномерно по длине граней, а третий — серединой клиньев и множество иных вариантов распределения нагрузки, поскольку точки соприкосновения клиньев со стенками неопределенны, а коэффициенты трения изменяются непрерывно.

Расчет корпуса выполнен для восьми наименее благоприятных расчетных схем нагружения. Наиболее опасными схемами нагружения корпуса являются схемы нагружения углом клина и краями клина. Для указанных схем нагружения величина максимального изгибающего момента в три раза больше, чем при равномерном давлении клиньев. Благоприятной схемой нагружения является равномерно распределенное давление клиньев на корпус, которое дает и меньшую величину напряжений и вместе с тем соответствует большей эффективности, такое состояние возникает после приработки.

Практически расчет корпуса следует производить для равномерно распределенной нагрузки и затем вносить соответствующие коррективы на основании данных статистики, учитывающей неблагоприятные схемы нагружения.

При расчете корпуса как плоской замкнутой рамы, контур его в поперечном сечении принят строго шестигранным. Поперечное сечение корпуса отличается от принятого наличием закруглений в углах шестигранника (радиусом 48 мм).

Установлено, что по высоте горловины наиболее напряженными являются поперечные сечения, расположенные на уровне верхнего обреза горловины, в ниже расположенных сечениях в зависимости от хода аппарата момент сопротивления сечений растет быстрее, чем сила сжатия аппарата. Это обстоятельство подтверждается и опытом.

По периметру горловины наиболее напряженными являются сечения, расположенные в углах или на гранях вблизи от углов; наибольшие напряжения возникают во внутренних волокнах корпуса, на стыке клиньев. Построенные эпюры поперечных изгибающих моментов для различных случаев нагружения и эпюры напряжений как для наружных, так и

внутренних волокон также показывают, что опасными сечениями являются сечения, расположенные в углах корпуса между клиньями. Это подтверждается и разрушениями корпусов, которые чаще всего происходят в углах на стыке клиньев.

Важным этапом теоретического исследования явился расчет автоскрепления горловины корпуса. В основу расчета положена теория автоскрепления цилиндра, разработанная проф. Г. А. Смирновым-Аляевым.

Для определения величины давления на стенки корпуса в процессе автоскрепления, деформаций и напряжений, возникающих в его стенках, в качестве исходных данных принята диаграмма растяжения материала корпуса, на основании которой построена действительная диаграмма растяжения $\sigma_z - \varepsilon_z$ и определены значения $\nu = \frac{E}{D}$ и $\varphi\left(\frac{E}{D}\right)$.

Основной для расчета принята следующая система дифференциальных уравнений (А):

$$\left. \begin{aligned} \frac{dY}{d\nu} &= -\frac{3}{2} p; \\ \sigma_z &= C f_1(\nu) + Y f_2(\nu) \\ \sigma_t - p &= Y f_1(\nu) + C f_2(\nu); \\ \sin \psi &= \frac{\sigma_t - p - 2\sigma_z}{2\varphi(\nu)} \\ \sigma_t + p &= \frac{2}{\sqrt{3}} \varphi(\nu) \cos \psi; \\ dL &= \frac{0,4343}{\sigma_t + p} dp; \\ dZ' &= \frac{2\sigma_z}{10^{2L}(\sigma_t + p)} dp. \end{aligned} \right\} \quad (A)$$

где

$$\sigma_r = -p; \quad L = \lg \frac{R}{r}$$

$$Y = (1 + \nu) (\sigma_t + \sigma_r) - \left(\mu + \frac{\nu}{2} \right) \sigma_z;$$

$$C = (1 + \nu) \sigma_z - \left(\mu + \frac{\nu}{2} \right) (\sigma_t + \sigma_r);$$

$$f_1(\nu) = \frac{1 + \nu}{(1 + \nu)^2 - \left(\mu + \frac{\nu}{2} \right)^2};$$

$$f_2(\nu) = \frac{\mu + \frac{\nu}{2}}{(1 + \nu)^2 - \left(\mu + \frac{\nu}{2} \right)^2}$$

$$Z' = \frac{Z}{\pi R^2};$$

$$Z = \int_r^R 2 \pi r \sigma_z dr.$$

Выполнено численное интегрирование дифференциальных уравнений с определением значений производной способом последовательных приближений.

Обработка результатов численного интегрирования произведена для трех случаев. По полученным результатам обработки трех случаев численного интегрирования основной системы дифференциальных уравнений (А) построены кривые зависимости

$$\sigma_{t_R}, \sigma_{z_R}, e_{t_R}, e_{z_R} \text{ от } \xi, \text{ где } \xi = \frac{10^2 L Z'}{p}.$$

Из построенных диаграмм $p - \xi$, $\sigma_{t_R} - \xi$ и т. д. определены значения p , σ_{t_R} , σ_{z_R} , e_{t_R} , e_{z_R} для случая, когда стенка корпуса не воспринимает осевых усилий, т. е. когда $\xi = 0$. По данным расчета вычислено увеличение наружного размера $\Delta d_n = 1,97$ мм в направлении между параллельными гранями горловины корпуса. Построены кривые зависимости тангенциального и осевого напряжений на наружной поверхности корпуса от величины ξ и по этим кривым при $\xi = 0$ определены их значения. По полученным напряжениям на наружной и внутренней поверхностях горловины корпуса построены эпюры распределения их по толщине стенки корпуса.

По результатам приведенного расчета произведено опытное статическое и динамическое автоскрепление корпусов.

2. Экспериментальное исследование напряженного состояния корпуса

Испытанию были подвергнуты семь корпусов, два из них испытывались с различными комплектами клиньев.

Теоретические расчеты напряженного состояния и расчет автоскрепления корпуса проверены экспериментальным путем.

Основной задачей экспериментального исследования являлось:

1) определение величины и характера распределения напряжений по периметру поперечного сечения и по высоте горловины корпуса, определение опасного сечения и опасной точки в сечении в аппаратах с обычным и автоскрепленным корпусом. Испытания проводились при статическом и ударном нагружении;

2) определение силовых характеристик, эффективности и других показателей работы аппарата с обычным и автоскрепленным корпусом.

Статические испытания аппаратов проводились на гидравлическом прессе с максимальным усилием сжатия в 150 т, динамические — на копровой установке с весом падающего груза 4 т.

Определение деформаций корпуса производилось методом электротензометрирования проволочными датчиками. Датчики располагались по высоте корпуса в четырех сечениях по периметру как в поперечном направлении (поперечные датчики) посередине каждой грани и в каждой угловой точке снаружи и внутри горловины корпуса между клиньями, так и в продольном направлении (продольные датчики) посередине грани. Кроме этого для определения главных осей деформаций на горловине корпуса наклеивались три прямоугольных розетки деформаций. Места расположения датчиков выбраны с учетом данных о разрушении корпусов в процессе их эксплуатации.

При статических испытаниях сжатие аппарата производилось равными ступенями, вплоть до закрытия аппарата с записью глубины погружения клиньев (ход аппарата), силы сжатия и деформаций датчиков. При динамических испытаниях нагружение аппарата производилось с увеличением высоты падения груза также до закрытия аппарата и с осциллографированием указанных величин.

По результатам статических и динамических испытаний

аппаратов построены силовые характеристики, графики распределения напряжений по высоте горловины корпуса, эпюры напряжений для трех сечений горловины корпуса при трех различных положениях клиньев и эпюры напряжений по толщине стенки корпуса для тех же сечений и при тех же положениях клиньев.

Статические и динамические испытания корпусов аппаратов показали, что напряжения в поперечном направлении являются преобладающими. Поперечные напряжения по высоте горловины корпуса уменьшаются и на уровне ребер практически равны нулю. Распределение напряжений по периметру поперечного сечения горловины весьма неравномерно. Неравномерность наблюдается как в пределах каждого сечения, так и между сечениями. Причем, нередки случаи, когда картина распределения напряжений меняется при каждом последующем сжатии, особенно после срывов. По высоте горловины распределение напряжений является более стабильным, чем по периметру поперечного сечения корпуса.

Неравномерность распределения напряжений объясняется неравномерным прилеганием клиньев к стенкам корпуса (недостаточно жесткая система допусков и технических условий) и изменением точки приложения равнодействующей силы со стороны клиньев на корпус в процессе сжатия (свойство конструкции).

Несмотря на неравномерность распределения напряжений, эпюры напряжений при повторных различных по величине нагрузках имеют много общего и позволяют выявить основные особенности напряженного состояния корпуса аппарата, в частности, изменение напряжений по периметру поперечного сечения корпуса с наибольшим значением растягивающих напряжений во внутренних углах корпуса, на стыке клиньев.

Сопоставление расчетной и опытных эпюр показывает, что качественно они достаточно близко совпадают, но вследствие неравномерности распределения нагрузки, максимальное напряжение существенно отличается от расчетного. В связи с этим возникла задача о создании расчета, который позволил бы правильно оценить не только общий закон распределения напряжений, но и их величину с учетом неравномерности нагружения. Применительно к существующей конструкции аппарата типа Ш-1-Т и принятой степени производственных допусков следует к оценке степени неравномерности подходить с точки зрения статистического анализа и, таким

образом, учесть этот фактор в расчете. Учитывая отклонения в геометрической форме корпуса, клиньев, нажимного конуса, можно утверждать, что при различном сочетании клиньев в корпусе будут иметь место различные схемы нагружения и, следовательно, различные напряжения. С этой целью для статистического анализа статических напряжений были определены напряжения в опасных точках горловины корпуса — во внутренних угловых точках при различном сочетании клиньев. При испытании было применено три комплекта клиньев с перестановкой их в процессе испытаний и с трехкратным повторением опыта при данном положении клиньев.

Проведенная обработка статистических данных позволила построить гистограмму распределения напряжений, вычислить статистические характеристики распределения. Опытное распределение хорошо описывается законом Гаусса с параметрами $\sigma = 1912 \text{ кг/см}^2$, $S = 273,6 \text{ кг/см}^2$ и подтверждается вычисленным критерием согласия. Полученная закономерность распределения вполне соответствует природе производственных факторов, влияющих на рассеивание напряжений. К числу таких факторов относится:

- 1) различное сочетание допусков на нажимной конус, клинья и корпус на разных аппаратах;
- 2) различное сочетание поверхностей трения в связи с наличием первоначальных неровностей, окалины и загрязнения;
- 3) возможная эксцентричность ударов.

Эти три независимо действующих фактора влияют на величину сил давления от клиньев на корпус аппарата, а, следовательно, и на напряжения в одинаковой степени как в сторону их увеличения, так и в сторону уменьшения.

Учитывая, что рассеивание напряжений подчиняется определенному статистическому закону, можно принять следующий способ практической оценки расчетных напряжений:

$$\sigma_p = k \sigma_r$$

- где σ_p — расчетное напряжение;
- σ_r — напряжение, определенное теоретически при равномерном распределении нагрузки по длине грани;
- k — коэффициент, принимаемый на основании опытов в зависимости от заданной вероятности появления рассчитываемого напряжения. Если задаться вероятностью 0,997, то $k = 1,5$.

Анализ приведенного материала показывает важность обеспечения более равномерной передачи давления от клиньев на корпус, за счет чего можно уменьшить рассеивание напряжений и снизить их величину. Эта рекомендация обеспечивается применением автоскрепленных корпусов.

Автоскрепление можно производить как гидравлическим, так и механическим способом. Однако, ввиду сложности конструкции корпуса, наиболее приемлемым в данном случае является механическое автоскрепление.

Механическое автоскрепление одного корпуса осуществлялось путем статической раздачи горловины его на гидравлическом прессе, других корпусов — динамически на копре. Статическое и динамическое автоскрепление корпусов проводилось с целью установления преимуществ одного из этих способов.

Создание необходимой величины пластической деформации горловины корпуса обеспечивалось специальным приспособлением, состоящим из клиньев и нажимного конуса с углами α увеличенными до 75° , жесткой болванки вместо пружин. Деформация горловины замерялась специальным индикаторным приспособлением. Величина полной деформации наружного размера в данном направлении определялась как сумма показаний двух индикаторов, расположенных в этом направлении. При достижении необходимой величины полной деформации горловины корпуса $\Delta d_n = 1,97$ мм процесс нагружения заканчивался, снимались показания датчиков и индикаторов, затем корпус оставлялся в нагруженном состоянии для стабилизации напряжений. По истечении срока стабилизации производилась разгрузка корпуса и снятие размеров.

Динамическое автоскрепление горловины корпуса производилось на копре с применением того же приспособления, что и статическое автоскрепление. Динамическое автоскрепление выполнялось как при однократном, так и двухкратном и многократном нагружениях с различными режимами стабилизации напряжений (от 20 час. и до 0 час.).

В результате анализа различных режимов нагружения и стабилизации напряжений разработан технологический процесс автоскрепления корпуса аппарата типа Ш-1-Т.

Размеры горловины корпуса после процесса автоскрепления выравниваются отверстие принимает более правильную форму. Это значит, что процесс автоскрепления является и процессом калибровки отверстия, заменяющим в некоторой степени отсутствующую его механическую обработку. Такая

калибровка отверстия горловины обеспечивает плотное прилегание клиньев к корпусу, а следовательно, и равномерное давление и равномерное распределение напряжений в корпусе. Кроме того, в результате автоскрепления в горловине корпуса возникает поле остаточных напряжений, благодаря которому при повторном нагружении величина рабочих напряжений в наиболее напряженных точках корпуса уменьшается.

Аппарат с статически автоскрепленным корпусом, собранный по схеме Ш-1-Тм, испытывался статическим и ударным сжатием. Аппараты с динамически автоскрепленными корпусами испытывались ударным сжатием. В процессе испытаний производилась запись силы сжатия, хода аппарата и показаний датчиков. По данным испытаний построены эпюры напряжений автоскрепленного корпуса при работе его в упругой стадии и силовые характеристики аппаратов с автоскрепленными корпусами.

Из полученных данных видно, что автоскрепление корпуса способствует равномерному распределению напряжений по сечению, уменьшению величины напряжений по сравнению с напряжениями в неавтоскрепленном корпусе. С применением автоскрепленных корпусов может быть повышена надежность и долговечность работы аппаратов и в то же время возможно увеличение сил, действующих на поглощающие аппараты автосцепки.

Аппараты с автоскрепленными корпусами имеют лучшие показатели работы и технико-экономические характеристики.

Выводы

1. В связи с увеличением веса поездов, скорости их движения и интенсивности маневровых операций, существенно возрастает ударная нагрузка вагонов, воспринимаемая через автосцепку. Фрикционные аппараты иногда попадают в условия, неблагоприятные с точки зрения их прочности. Имеются случаи разрушения аппаратов после малого срока эксплуатации (11—41 месяц). Трещины возникают, как правило, в углах корпуса на стыке двух клиньев, реже в углах против клиньев или на гранях, распространяясь от обреза горловины вниз.

2. Основными причинами появления высоких напряжений и разрушения корпусов фрикционных аппаратов в эксплуатации являются:

а) неравномерность силовых взаимодействий по периметру поперечного сечения и по высоте горловины, связанных с неточностью изготовления и большими допусками;

б) производственные дефекты (в основном неоднородность литой стали — раковины, ситовость и др.);

в) отчасти неравномерный износ, хотя в большинстве случаев износ не является причиной разрушения. Увеличение ширины горловины за счет износа приводит к уменьшению эффективности и сжимающих усилий, в результате чего аппарат будет работать без разрушений, несмотря на дальнейшее увеличение износа. Пластические деформации горловины корпуса, иногда возникающие в эксплуатации, могут способствовать более благоприятному распределению напряжений, снижая суммарное рабочее напряжение и повышая предел выносливости корпуса.

3. Правильно изготовленный и тщательно собранный аппарат с хорошо приработанными поверхностями трения, может оставаться достаточно прочным даже в сравнительно неблагоприятных условиях эксплуатации. В то же время аппараты с дефектами в литье, в линейных и угловых размерах нажимного конуса, клиньев и корпуса могут оказаться в состоянии опасном в отношении разрушения, даже при незначительных ударных нагрузках, передающихся через атосцепку. Так, например, при передаче усилий углами клиньев, напряжения от поперечного момента в угловых точках корпуса на стыке клиньев в три раза больше, чем при равномерном давлении в тех же точках от той же силы.

4. При существующей конструктивной форме аппарата типа Ш-1-Т и большом числе сопряженных поверхностей трения (12 пар) даже незначительные отклонения от заданных геометрических соотношений в трущихся элементах аппарата неизбежно приводят к перекосу, неравномерному давлению и, как следствие, неравномерному изнашиванию, а при больших ударах и к разрушению. Более равномерное и более выгодное распределение напряжений как по периметру поперечного сечения, так и по высоте корпуса можно получить при цилиндрической форме корпуса с отлитыми внутри углублениями для клиньев, подобно аппарату Peerless (США). Число пар трущихся поверхностей в этом случае уменьшится.

5. При шестигранной форме корпуса, не подвергающегося механической обработке, повысить равномерность распределения нагрузок на его стенки очень трудно. Поэтому важно было изыскать способ, который позволил бы без механичес-

кой обработки улучшить условия силовых взаимодействий и повысить прочность и стабильность работы аппарата. Наиболее рациональным способом для решения этой задачи является способ автоскрепления. Этот способ может быть применен как для корпусов аппаратов существующих конструкций, так и новых.

6. Автоскрепление заключается в создании остаточных напряжений нагрузкой, вызывающей появление текучести по всему сечению корпуса. Автоскрепление повышает предел упругости материала, увеличивает несущую способность корпуса, повышает усталостную прочность и приводит к более рациональному использованию материала.

7. Автоскрепление приводит к более равномерному распределению давления по граням корпуса, следовательно, и к более равномерному распределению напряжений. Величина напряжений в верхнем сечении корпуса значительно меньше (в более нагруженных точках сечения в 1,5—2 раза) напряжений в том же сечении неавтоскрепленного корпуса, при любых одинаковых силах сжатия.

Автоскрепление горловины корпуса обеспечивает следующие преимущества:

а) исправление геометрической формы горловины корпуса, ранее нарушенной при отливке, благодаря чему клинья более плотно прилегают к корпусу и, следовательно, более равномерно распределяют давление по граням корпуса;

б) повышает стабильность работы аппарата.

8. Сопоставляя результаты испытаний автоскрепленных и неавтоскрепленных корпусов, можно считать, что сила, действующая на поглощающий аппарат с автоскрепленным корпусом, может быть увеличена при равных напряжениях (в пределах упругого сопротивления), возникающих в опасном сечении корпуса.

9. Разработанная методика расчета позволяет определить расчетным путем необходимую величину давления, при котором производится процесс автоскрепления корпуса, и величину необходимой наибольшей поперечной деформации горловины корпуса.

10. Сопоставление расчета с экспериментальными данными показывает, что разработанная методика расчета процесса автоскрепления корпуса поглощающего аппарата Ш-1-Т обеспечивает практически достаточную точность.

11. Методика расчета процесса автоскрепления корпуса поглощающего аппарата Ш-1-Т может быть использована и

для расчета корпусов любых шестигранных и цилиндрических аппаратов, в том числе и аппаратов Ш-2-Т.

12. Разработанный технологический процесс автоскрепления корпуса аппарата типа Ш-1-Т дает возможность получить заданную величину поперечной деформации горловины корпуса. Автоскрепление корпуса можно производить как при статическом, так и ударном сжатии аппарата при наличии соответствующего приспособления, результаты автоскрепления в обоих случаях равноценны. Для выполнения указанного процесса автоскрепления разработано специальное приспособление. Автоскрепление корпуса следует производить перед сборкой аппарата при двух или трехкратном нагружении.

13. Работы ряда исследователей и расчеты показывают, что релаксация напряжений при нормальных температурах эксплуатации корпуса поглощающего аппарата протекает чрезвычайно медленно, поэтому эффект автоскрепления для рассматриваемого материала и режимов автоскрепления практически сохраняется в течение всего срока службы корпуса.

14. Сравнение силовых характеристик аппаратов с автоскрепленными и неавтоскрепленными корпусами при равном ходе аппаратов и одной высоте падения груза показывает, что автоскрепление приводит:

- а) к уменьшению силы сжатия на 20—25%;
- б) к увеличению воспринятой энергии удара на 15—30% (в новых аппаратах с приработкой 120—130 ударов);
- в) к увеличению коэффициента полноты силовой характеристики до $P=0,35—0,45$;
- г) к повышению стабильности силовой характеристики.

15. Способ автоскрепления является перспективным и может быть распространен и на другие детали вагонных конструкций.

Основные положения диссертации опубликованы в статьях:

- 1. Повышение прочности корпуса фрикционного аппарата автосцепки. Сб. Транспортное машиностроение, (НИИИНФОРМТЯЖМАШ), 1965, № 6.
- 2. Повышение прочности корпуса фрикционного аппарата автосцепки. «Вестник Всесоюзного научно-исследовательского института железнодорожного транспорта», 1966, № 2.