

ВИБРОИЗОЛЯТОР С РЕГУЛИРУЕМОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ

Вибрация представляет собой механические колебания, простейшим видом которых являются гармонические колебания. Вибрация возникает при работе машин и механизмов, имеющих неуравновешенные и несбалансированные вращающиеся органы с движениями возвратно-поступательного и ударного характера. К такому оборудованию относятся металлообрабатывающие станки, ковочные и штамповочные молоты, электро- и пневмоперфораторы, механизированный инструмент, а также приводы, вентиляторы, насосные установки, компрессоры. И чтобы защитить механизмы от вибрации применяют виброизоляторы.

Например на рис. 1. Представлено виброизолирующее устройство, содержащее упругий элемент в виде спиралей из одного куска стального каната, имеющий форму тора, опорные диски с прижимными кольцами, расположенными на внутренней поверхности каждого из дисков с соответствующими радиальными пазами на внутренних поверхностях для обхвата и фиксирования крепежными средствами спиралей с двух противоположных сторон, дополнительный упругий элемент, который выполнен по крайней мере в виде одной цилиндрической пружины сжатия, установленной между опорными дисками с предварительным натягом или без него или с зазором относительно первого диска и охватывающей одним концом внутренний выступ второго диска.

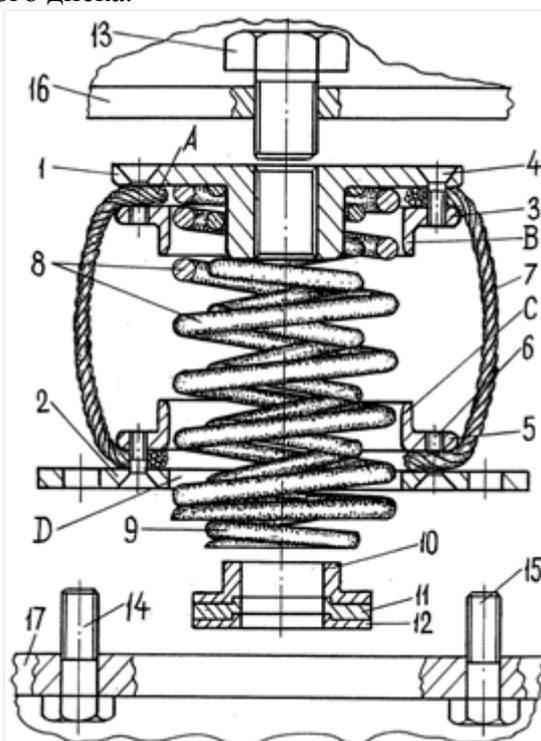


Рис. 1. Виброизолирующее устройство [1]

Виброизолирующее устройство содержит опорные элементы 1, 2 с петлеудерживающими элементами 3, 4, 5, 6, упругий элемент 7 из непрерывного стального каната, соединяющий опорные элементы 3-6 поочередным плетением с образованием петель А упомянутого стального каната 7 и фиксацией стального каната с помощью крепежных винтов 5, 6 и

прижимных фланцев 3, 4 с цилиндрическими выступами В, С, дополнительный упругий элемент, выполненный по крайней мере из одной пружины или двух пружин сжатия 8, 9 [или эластомера, резины, прессованной проволоки (МР - металлическая резина), композиционно-го полимерного материала], центральное отверстие D в одном из опорных элементов, средство регулировки характеристик дополнительного упругого элемента 8, 9, выполненное в виде по крайней мере одной шайбы 10 (11, 12).

Болты 13, 14, 15 предназначены для крепления виброизолирующего устройства с одной стороны к амортизируемому объекту 16, а с другой к фундаменту (или к раме) 17.

При работе амортизированного объекта 16, а также возникновении случайных толчков, сотрясениях как со стороны фундамента (основания, рамы, кронштейна и т.д.) 1, так и со стороны объекта 16, колебательная энергия от лапы амортизируемого объекта 16 поглощается в основном дополнительным упругим элементом 8, 9, а быстрое гашение колебаний обеспечивает канатный упругий элемент 7. Гашение колебаний при этом происходит за счет трения между стальными жилами каната 7, т.е. рассеивания колебательной энергии в направлениях трех взаимно перпендикулярных осей. Таким образом, происходит значительное снижение передачи возмущающих усилий и моментов на фундамент 17.

Путем замены дополнительного упругого элемента 8, 9 и регулирования шайбами 10-12 натяжения дополнительных упругих элементов 8, 9 непосредственно на объекте обеспечивается возможность достижения самого оптимального значения эффективности амортизации конкретного объекта.

Недостаточная надежность известного виброизолирующего устройства заключается в особенности крепления спиралей и существенной их кривизной, способствующих сокращению живучести стального каната. Кроме того, поскольку дополнительные упругие элементы - пружины, прессованная проволока, особенно резина в собранном виброизолирующем устройстве при хранении находятся в напряженном состоянии, то со временем в них появляется остаточная деформация. Это приводит к ухудшению эффективности виброизоляции амортизируемого объекта.

На рис. 2 представлен виброизолятор содержащий опорные элементы с петледерживающими средствами, пружину сжатия, торообразный упругий элемент из композиционного материала или торообразный пневмобаллон, регулировочные элементы, буфер и гасящий элемент.

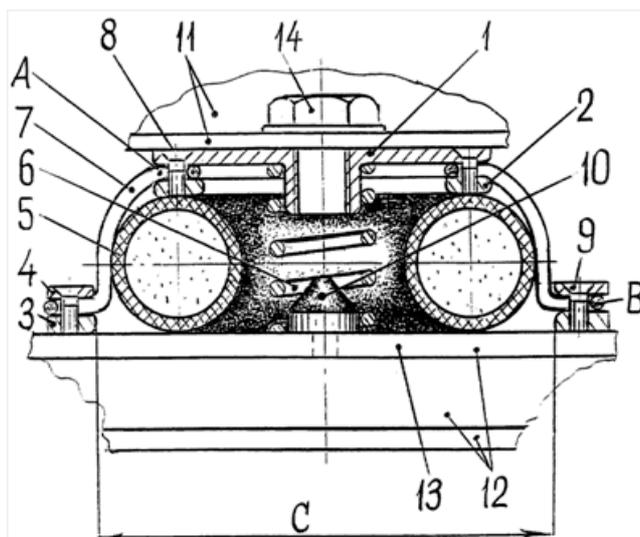


Рис. 2. Виброизолятор содержащий опорные элементы с петледерживающими средствами [2]

Виброизолятор содержит опорные элементы 1, 2 и 3, 4, упругий торообразный элемент 5 и по меньшей мере одну пружину сжатия 6, гасящий элемент 7 из непрерывного стального каната, соединяющий опорные элементы с образованием петель А и с фиксацией их в петле-

удерживающих средствах 8, 9, буфер 10 и регулирующие натяжение пружины элементы, выполненные в виде шайб (на фиг. не показаны).

На фиг. 1, 2 обозначены: 11 - виброизолируемый объект; 12 - фундамент или рама; 13 - полка фундамента; 14 - средство крепления опоры объекта к верхним опорным элементам 1, 2; 15 - отверстия для средств крепления нижнего опорного элемента к фундаменту; А, В - петли на опорных элементах 1, 2 и 3, 4; С - центральное отверстие на нижних опорных элементах 3, 4.

При работе амортизируемого объекта 11, а также возникновении случайных толчков, сотрясениях как со стороны фундамента 12, так и со стороны объекта 11 колебательная энергия амортизируемого объекта 11 поглощается в основном торообразным пневмобаллоном 5 и пружиной 6, а быстрое гашение колебаний обеспечивает канатный упругий элемент 7.

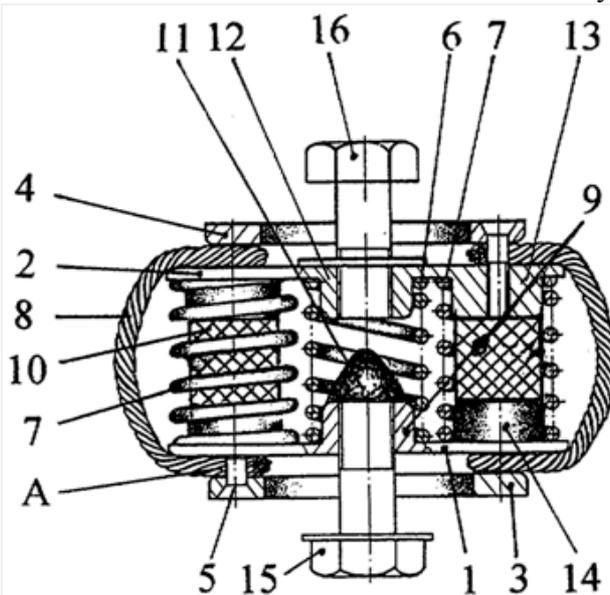


Рис. 3. Виброизолирующее устройство с прижимными кольцами [3]

К недостаткам данной конструкции виброизолятора можно отнести: постоянная напряженность дополнительного упругого элемента - пружины и невозможность его замены без разборки виброизолятора; невозможность замены дополнительного элемента из эластомера или из композиционного материала или пневмобаллона, поскольку они выполнены совместно с упругим элементом из стального каната и опорными основаниями.

На рис. 3 представлено виброизолирующее устройство содержащее верхний и нижний опорные элементы с прижимными кольцами.

Виброизолирующее устройство (рис. 3) содержит нижний 1 и верхний 2 опорные элементы с прижимными кольцами 3, 4 и крепежными средствами 5, упругий (пружины сжатия) 6, 7, основной 8 и дополнительный упругодемпфирующий 9, 10 элементы, буфер 11, центральный 12 и периферийные 13, 14 выступы с внутренней стороны нижнего 1 и верхнего 2 опорных элементов, средства 15 крепления нижнего опорного элемента 1 к фундаменту и 16 крепления верхнего опорного элемента 2 к виброизолируемому объекту, звукоизолирующие средства (на фиг.1-3 не показаны), расположенные между внутренними плоскостями опорных элементов 1, 2 и соответствующими опорными плоскостями упругих элементов (пружин сжатия) 6, 7.

На рис. 3 упругий элемент виброизолирующего устройства состоит из семи цилиндрических пружин сжатия: одна центральная 6 и шесть периферийных 7. Фиксация пружин 6, 7 производится соответствующими выступами 12, 13, 14 на внутренних плоскостях нижнего 1 и верхнего 2 опорных элементов.

К недостаткам данной конструкции виброизолятора можно отнести недостаточная компактность, ограниченность центрального объема для установки дополнительного упругого элемента - пружины, малая несущая способность и жесткость в поперечных направлениях.

На рис. 4 представлен ещё один виброизолятор содержащий внутренний и наружный трубчатые профили, соединенные в верхней своей части с заглушкой, выполненной в виде втулки

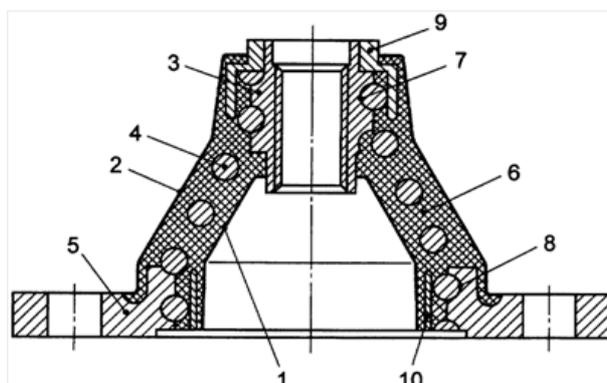


Рис. 4. Виброизолятор в виде витой пружины с фланцем [4]

Виброизолирующее устройство работает следующим образом: нагрузка (растяжения, сжатия, сдвига, изгиба или их сочетание) воздействует через втулку 3 и фланец 5 на трубчатые профили 1, 2, пружину 4 и вязкоупругую оболочку 6, которые соединены между собой методом горячей вулканизации и образуют резино-металлическую оболочку, армированную пружиной 4.

Под действием нагрузки устройство деформируется, витки конической пружины 4 вследствие различного диаметра имеют различную жесткость, поэтому осаживаются по-разному: в первую очередь деформируется нижний виток, затем следующий по высоте и т.д.

Вследствие указанного свойства пружины 4 нагрузочная характеристика устройства (зависимость осадки от силы) является нелинейной, что положительно сказывается при действии ударных нагрузок, которые эффективно гасятся устройством.

Под действием нагрузки витки пружины 4 скручиваются, приводя к значительным сдвиговым деформациям слоя резиновой оболочки 6 и профилей 1 и 2, которые посредством вулканизации прочно соединены с витками пружины 4.

При воздействии вибраций или ударных нагрузок указанные деформации увеличиваются, являясь при этом циклическими, что значительно усиливает вибропоглощение устройства, обеспечивая снижение уровня вибраций в диапазоне частот до 100 Гц в среднем 15 дБ и в диапазоне частот от 100 до 10000 Гц от 20 до 40 дБ.

Витки верхней части пружины 4 зафиксированы в винтовой канавке 7 втулки 3 фиксирующим кольцом 9, а витки нижней части пружины 4 зафиксированы в винтовой канавке 8 фланца 5 фиксирующим кольцом 10. Благодаря этому обеспечивается надежное соединение пружины 4 с указанными элементами при воздействии любого типа нагрузок.

Недостатком данного устройства является то, что оно допускает только вертикальные нагрузки сжатия, а при действии нагрузок растяжения, сдвига и изгиба или их сочетаний возможен отрыв пружины от фланца и втулки, что, ограничивая область его применения, отрицательно сказывается на его функциональных возможностях.

Для преодоления актуальных недостатков в последних схемах амортизаторов при сохранении элементов регулирования в виде термочувствительных пружин предлагается следующая конструкция амортизатора (рис. 5).

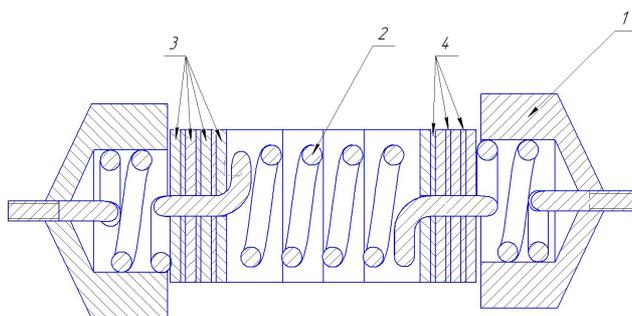


Рис. 5. Виброизолятор с регулируемой характеристикой
1 –резиновый демпфер, 2 –пружина сжатия, 3 –рессоры, 4 –резиновые прокладки

Рессорный элемент выполнен из четырех пластин, при этом каждый последующий ли- ст больше предыдущего, а между ними установлена резиновая прокладка для более лучшего гашения вибрации. Сверху устройства установлен резиновый демпфер пружиной, которые тоже в свою очередь гасят те колебания, что все-таки преодолели рессорный элемент.

Виброизолятор работает следующим образом. При поступлении вибрации на демпфи- рующий элемент резиновый демпфер сжимается и упирается в пружину 2, в свою очередь которая тоже гасит колебания, а при высоких частотах передает их на рессорный элемент 3, который уже гасит чуть ли не полностью, за счет резиновых прокладок 4, всю вибрацию вы- званную агрегатом.

Предлагаемый виброизолятор прост по конструкции и обеспечивает отличную виброи- золяцию в широком интервале рабочих частот колебаний. Он позволит повысить вибро- устойчивость механизмов, уменьшит вибрацию вызываемую агрегатами.

Библиографический список

1. Солодилова Е.М., Пономарев Ю.К. Исследование упругих характеристик тросового виброизолятора с двухъярусным упругодемпфирующим элементом // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 7 – С. 209-211.
2. Пат. RU 2341704 С1, МПК F16F7/14. Виброизолирующее устройство / А.М. Минасян, М.А. Минасян; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет» (RU). - № 2007119256/11; заяв. 23.05.2007; опубл. 10.02.2008, Бюл. № 3. – 1 с.: ил.
3. Пат. RU 2383796 С1, МПК F16F7/14. Виброизолятор / А.М. Минасян, М.А. Минасян;; заявитель и па- тентообладатель ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет» (RU). - № 2007119256/11; заяв. 5.07.2008; опубл. 10.01.2009, Бюл. № 20. – 3 с.: ил.
4. Пат. RU 2403466 С1, МПК F16F7/14. Виброизолятор / А.М. Минасян, М.А. Минасян;; заявитель и па- тентообладатель ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет» (RU); заявл. 28.05.2009; опубл. 27.07.2010, - 4 с.
5. Рыков С.П. Конструирование гидравлических амортизаторов с заданными характеристиками и моде- лирование их упругого сопротивления / П.Н. Стемплевский, С.П. Рыков, А.Б. Щербаков // Механики - XXI ве- ку. VIII Всероссийская НТК с международным участием: Сборник докладов. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2009. – с. 215 – 218.
6. Рыков С.П. Автомобильный амортизатор, адаптированный к низким температурам. Конструкция и ха- рактеристики / С.П. Рыков, А.П. Куприянов // Труды Братского государственного университета. Серия «Естест- венные и инженерные науки – развитию регионов Сибири»: в 2т. – Братск: ГОУВПО «БрГУ», 2010. – Т.2. – с. 183 – 191.

М.А. Кашуба

Братский государственный университет

ГИДРАВЛИКА И ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ

Некоторые принципы гидростатики были установлены ещё Архимедом, возникновение гидродинамики также относится к античному периоду, однако формирование гидравлики как науки начинается с середины XV века, когда Леонардо да Винчи лабораторными опытами положил начало экспериментальному методу в гидравлике. В XVI—XVII веках С. Стевин, Г.

Галилей и Б. Паскаль разработали основы гидростатики как науки, а Э. Торричелли дал известную формулу для скорости жидкости, вытекающей из отверстия.

В дальнейшем И. Ньютон высказал основные положения о внутреннем трении в жидкостях. В XVIII веке Д. Бернулли и Л. Эйлер разработали общие уравнения движения идеальной жидкости, послужившие основой для дальнейшего развития гидромеханики и гидравлики.

Однако применение этих уравнений (так же как и предложенных несколько позже уравнений движения вязкой жидкости) для решения практических задач привело к удовлетворительным результатам лишь в немногих случаях, в связи с этим с конца XVIII века многие учёные и инженеры (А. Шези, А. Дарси, А. Базен, Ю. Вейсбах и др.) опытным путём изучали движение воды в различных частных случаях, в результате чего наука обогатилась значительным числом эмпирических формул. Практическая гидравлика всё более отдалялась от теоретической гидродинамики. Сближение между ними наметилось лишь к концу XIX века в результате формирования новых взглядов на движение жидкости, основанных на исследовании структуры потока.

Особо заслуживают упоминания работы О. Рейнольдса, позволившие глубже проникнуть в сложный процесс течения реальной жидкости и в физическую природу гидравлических сопротивлений и положившие начало учению о турбулентном движении. Впоследствии это учение, благодаря исследованиям Л. Прандтля и Т. Кармана, завершилось созданием полупэмпирических теорий турбулентности, получивших широкое практическое применение.

К этому же периоду относятся исследования Н. Е. Жуковского, из которых для гидравлики наибольшее значение имели работы о гидравлическом ударе и о движении грунтовых вод.

В XX веке быстрый рост гидротехники, теплоэнергетики, гидромашиностроения, а также авиационной техники привёл к интенсивному развитию гидравлики, которое характеризуется синтезом теоретических и экспериментальных методов. Большой вклад в развитие науки сделали советские учёные - Н. Н. Павловский, Л. С. Лейбензон, М. А. Великанова и др.

Практическое значение гидравлики возросло в связи с потребностями современной техники в решении вопросов транспортирования жидкостей и газов различного назначения и использования их для разнообразных целей. Если ранее в гидравлике изучалась лишь одна жидкость - вода, то в современных условиях всё большее внимание уделяется изучению закономерностей движения вязких жидкостей (нефти и её продуктов), газов, неоднородных и т. н. неньютоновских жидкостей. Меняются и методы исследования и решения гидравлических задач. Сравнительно недавно в гидравлике основное место отводилось чисто эмпирическим зависимостям, справедливым только для воды и часто лишь в узких пределах изменения скоростей, температур, геометрических параметров потока; теперь всё большее значение приобретают закономерности общего порядка, действительные для всех жидкостей, отвечающие требованиям теории подобия и пр. При этом отдельные случаи могут рассматриваться как следствие обобщенных закономерностей. Постепенно гидравлика превращается в один из прикладных разделов общей науки о движении жидкостей - механики жидкости.

Гидравлическое испытание - один из наиболее часто используемых видов разрушающего контроля, проводящееся с целью проверки прочности и плотности сосудов, трубопроводов, теплообменников, насосов и другого оборудования, работающего под давлением, их деталей и сборочных единиц. Также гидравлическим испытаниям могут подвергаться схемы тепломеханического оборудования в сборе и даже целые тепловые сети. По принятой в большинстве стран практике, всё оборудование, работающее под давлением, подвергают гидравлическим испытаниям:

после изготовления предприятием-изготовителем оборудования или элементов трубопроводов, поставляемых на монтаж;

после монтажа оборудования и трубопроводов;

в процессе эксплуатации оборудования и трубопроводов, нагружаемых давлением воды, пара или пароводяной смеси.

Гидравлическое испытание - необходимая процедура, свидетельствующая о надёжности оборудования и трубопроводов, работающих под давлением, в течение всего срока их службы, что крайне важно, учитывая серьёзную опасность для жизни и здоровья людей в случае их неисправностей и аварий.

В испытываемом оборудовании, трубопроводе или системе (контуре) создаётся пробное давление (во избежание гидроударов и внезапных аварийных ситуаций это производится медленно и плавно), превышающее рабочее на определяемую по специальным формулам величину, чаще всего на 25 %. При этом тщательно контролируют рост давления по двум независимым поверенным манометрам или каналам измерений, на этом этапе допускается колебание давления вследствие изменения температуры жидкости. В процессе набора давления в обязательном порядке должны быть приняты меры для исключения скопления газовых пузырей в полостях, заполненных жидкостью. Затем, в течение так называемого времени выдержки, оборудование находится под повышенным давлением, которое не должно падать вследствие неплотности испытываемого оборудования, что также внимательно отслеживается. После чего давление снижается до рабочего. На протяжении этих этапов персонал должен находиться в безопасном месте, нахождение рядом с испытываемым оборудованием строго запрещено. После снижения давления персонал проводит визуальный осмотр оборудования и трубопроводов в доступных местах в течение времени, необходимого для осмотра. В комбинированных сосудах с двумя и более рабочими полостями, рассчитанными на разные давления (например в теплообменниках), гидравлическому испытанию должна подвергаться каждая полость.

Основные типы гидравлического оборудования.

Наиболее разнообразный и распространенный класс гидравлических машин - это гидронасосы. Насчитывается примерно 140 наименований гидронасосов различных видов. По ГОСТу гидронасос определен как машина для создания потока жидкой среды. Этот поток создается в результате силового воздействия вытеснителя на жидкость в рабочей камере гидронасоса. По типу силового воздействия гидронасосы разделяются на динамические и объемные. К динамическим типам гидронасосов можно отнести: лопастные, центробежные, осевые, вихревые, струйные и прочие. Другой, более сложный вид - это гидромоторы.

Гидромоторы - это вид гидравлического оборудования, которое использует энергию потока жидкости, созданную гидронасосом, преобразуя ее в механическую энергию вращения вала. Гидравлические машины, созданные на базе гидромоторов, способны выполнять множество задач, и обладают большим потенциалом во многих отраслях промышленности. Гидромоторы это сложное гидравлическое оборудование, требующее высококвалифицированных техников для своего обслуживания и хорошо обученного персонала для работы. Но, правильно используя соответствующим образом подобранные гидромашины, можно решить множество задач в самых разных отраслях промышленности, начиная от газовой и нефтяной и заканчивая космической.

С.А. Зеньков, А.С. Чубыкин, Н.А. Балахонов, М.С. Смерецкий

Братский государственный университет

УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ГРУНТОВ НА СДВИГ

В данной статье рассматриваются запатентованные устройства и стенды для испытания грунтов на сдвиг. Они разделяются на 2 группы: сдвиг грунта по металлу или другим твердым материалам [1, 2] и сдвиг грунта по грунту [3, 4]. Первая группа устройств в основном предназначена для исследования воздействия интенсификаторов на напряжение сдвига материалов и грунтов по поверхности сдвига. Вторая группа изучает общее сопротивление грунтов сдвигу, угол внутреннего трения и удельного сцепления.

Рассмотрим первую группу устройств. Первое устройство – сдвиговой стенд (рис.1) относится к строительству и может быть использовано для определения влияния различных факторов на напряжение сдвига различных материалов и грунтов по металлической поверхности при ультразвуковом воздействии, а также тепловом и др.

Стенд позволяет повысить эффективность испытаний путем моделирования в плоскости сдвига требуемого температурного режима с возможностью его регулирования.

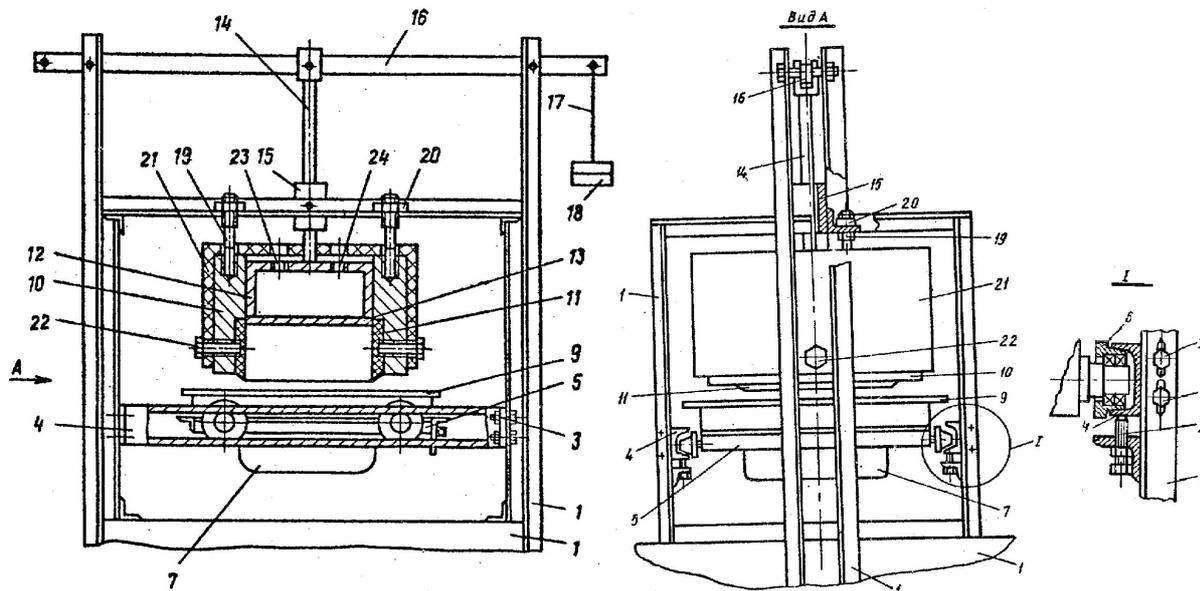


Рис. 1. Сдвиговой стенд (разрез, вид спереди, увеличенный вид ролика)

Стенд сдвиговой (рис. 1) содержит металлическую раму 1 с регулировочными винтами 2 и закрепленными на ней при помощи болтовых соединений 3 с возможностью вертикального перемещения направляющими 4, каретку 5, снабженную катками 6 и установленную подвижно в направляющих 4. Жестко закрепленный на каретке 5 источник 7 ультразвуковых колебаний, например магнитострикционный, с теплоизолированным корпусом 8 и излучающей поверхностью 9 и цилиндрическую обойму 10 без дна с размещенными внутри и концентрично ее оси съемным кольцом 11 и штампом 12 с крышкой 13. Штамп 12 жестко связан со штангой 14, которая установлена подвижно с возможностью вертикального перемещения в жестко закрепленной на раме 1 направляющей втулке 15 и соединена шарнирно с нагрузочным рычагом 16, на свободном конце которого подвешена подставка 17 со съемными (сменными) грузами 18. Обойма 10 без дна посредством шпилек 19 с гайками 20 с возможностью регулировки прикреплена к раме 1 и снабжена теплоизоляционным кожухом 21 и двумя болтами 22 для фиксации в ней съемного кольца 11. Кольцо 11 из пластмассы, например ударо-прочного полиэтилена высокого давления, выполнено с внутренним диаметром, равновеликим наружному диаметру штампа 12. Последний выполнен полым с отверстиями 23 и 24 с одной стороны для подвода и отвода хладагента и герметично закрыт крышкой 13. Теплопроводность материала крышки 13 больше теплопроводности материала штампа 12.

Сдвиговой стенд работает следующим образом. Каретку с источником ультразвуковых колебаний устанавливают за обойму в крайнее правое положение, а рычаг со штангой и штампом - в крайнее верхнее положение с фиксацией. Кольцо с испытуемым материалом, например грунтом, помещают в обойму и фиксируют болтами. Затем каретку устанавливают под центр кольца с испытуемым материалом. Ослабляют болтовые соединения и регулировочными винтами устанавливают направляющие так, чтобы излучающая поверхность стала параллельной съемному кольцу с материалом, а шпильками с гайками устанавливают зазор между ними для размещения теплоизоляционной прокладки. Затягивают болтовые соединения.

Посредством трехходового крана и теплоизолированных трубопроводов из емкости подают хладагент в полости штампа и корпуса, источника ультразвуковых колебаний, одновременно или раздельно (в зависимости от требуемых условий испытаний). Рычагом через штангу приводят крышку штампа (предварительно смазанную тонким слоем глицерина для предотвращения примерзания) в соприкосновение с испытуемым материалом. Между хладагентом и испытуемым материалом через крышку, выполненную из материала с теплопроводностью больше теплопроводности материала штампа, происходит теплообмен, при котором испытуемый материал охлаждается хладагентом до требуемой температуры. Подавая хладагент в полость корпуса, источника ультразвуковых колебаний, охлаждают до требуемой температуры металлическую излучающую поверхность.

После приобретения испытуемым материалом и металлической излучающей поверхностью требуемых величин температуры, рычаг переводят в крайнее верхнее положение, поднимают обойму с кольцом и материалом, вращением гаек убирают теплоизоляционную прокладку. Опускают рычаг, который через штангу и штамп перемещает испытуемый материал в кольцо до соприкосновения его с излучающей поверхностью. Таким образом моделируют в плоскости сдвига требуемый температурный режим.

Температуру хладагента, определяющую требуемый температурный режим в плоскости сдвига, регулируют охладителем, например жидким азотом, через который проходит хладагент. Контроль и фиксацию значений температуры хладагента, испытуемого материала и излучающей поверхности осуществляют комплектом для измерения температуры контактным способом, например термодарами, подключенными к потенциометру, с регистрацией на самописце.

Выдерживают требуемое по условиям испытаний время контакта между материалом и металлической излучающей поверхностью, фиксируя его таймером. Удельное давление испытуемого материала на металлическую излучающую поверхность источника ультразвуковых колебаний, передаваемое на испытуемый материал посредством штампа, штанги и нагрузочного рычага, устанавливают сменой съемных грузов на подставке.

На источник ультразвуковых колебаний подают питание от ультразвукового генератора и включают приводной механизм перемещения каретки. Параллельно осуществляют регистрации напряжения сдвига материала комплектом тензометрической аппаратуры. Сдвиг происходит по поверхности контакта испытуемого материала и металлической излучающей поверхности. Требуемая для испытаний максимальная площадь этого контакта, равная площади внутреннего диаметра съемного кольца, обеспечивается установкой излучающей поверхности параллельно съемному кольцу с испытуемым материалом.

Техническим результатом изобретения является определение параметров сдвига грунта по поверхности сдвига при воздействии разных температурных режимов, влияющих на адгезию.

Следующее рассматриваемое устройство – сдвиговой стенд, с изменяемым углом наклона стола.

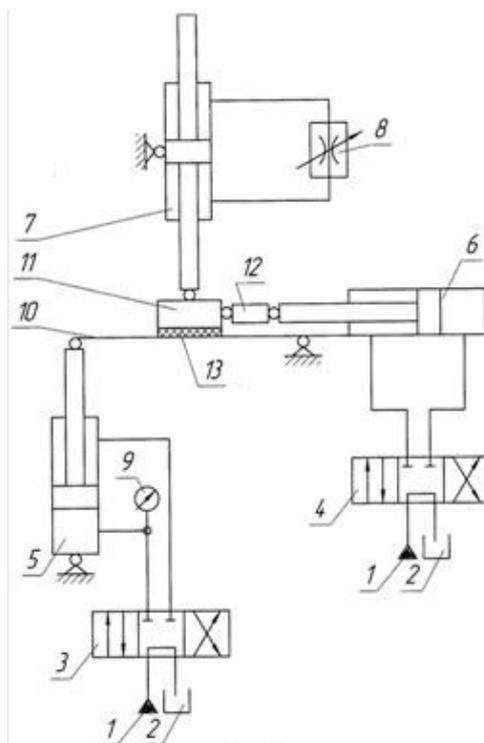


Рис. 2. Гидравлическая схема сдвигового стенда

Сдвиговый стенд (рис. 2) включает обойму со съемным кольцом 11 для размещения образца грунта 13, пригрузочное приспособление 7, приводной механизм 6 и поверхность наклонного стола 10, размещенную под обоймой со съемным кольцом 11. Приводной механизм 6 движения обоймы со съемным кольцом 11 выполнен в виде установленного на поверхности наклонного стола 10 гидроцилиндра двустороннего действия с односторонним штоком, соединенного через тензометрический динамометр 12 с обоймой со съемным кольцом 11. Пригрузочное приспособление 7 механизма нагружения выполнено в виде качающегося гидроцилиндра двустороннего действия с двусторонним штоком, полости которого соединены гидромагистралями через регулируемый дроссель 8. Механизм наклона 5 поверхности наклонного стола 10 выполнен в виде гидроцилиндра двустороннего действия с односторонним штоком, имеющим манометр 9 в поршневой полости. Приводной механизм 6 и механизм наклона 5 поверхности наклонного стола 10 через гидрораспределители 3, 4 подключены гидромагистралями к источнику энергии 1 и сливу 2.

Стенд работает следующим образом: при горизонтальном испытании рабочая жидкость от источника 1 через гидрораспределитель 3 подается в поршневую полость гидроцилиндра механизма наклона 5 поверхности наклонного стола 10, регулируемый дроссель 8 закрыт. Механизм наклона 5 создает давление прижатия образца грунта 13 между поверхностью наклонного стола 10 и обоймой со съемным кольцом 11, которое контролируется по манометру 9. Через гидрораспределитель 4 от источника 1 подается рабочая жидкость поочередно в полости гидроцилиндра двустороннего действия с односторонним штоком приводного механизма 6, шток которого, совершая возвратно-поступательное перемещение, приводит в движение обойму со съемным кольцом 11, связанную тензометрическим динамометром 12 с односторонним штоком приводного механизма 6. Напряжение в момент сдвига отображается на тензометрическом динамометре 12.

Техническим результатом изобретения является определение параметров сдвига грунта по поверхности сдвига при изменении угла наклона поверхности сдвига при внешнем интенсифицирующем воздействии.

Теперь рассмотрим устройства второй группы. Первым представителем является устройство для испытания мерзлого грунта на сдвиг. Оно относится к области строительства, в частности к устройствам для определения физико-механических свойств грунтов.

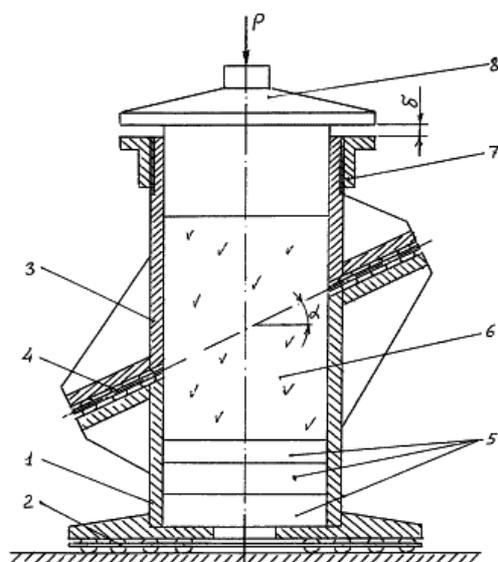


Рис. 3. Устройство для испытания мерзлого грунта на сдвиг

На рисунке 3 изображен общий вид. Устройство состоит из разрезной обоймы, нижняя часть 1 которой установлена на подвижной каретке 2 и контактирует с верхней частью обоймы 3 через каретку 4. Внутри нижней части обоймы 1 уложены регулировочные прокладки 5, контактируемые с образцом 6. Верхняя часть обоймы 3 имеет подвижный упор 7, а внутри нее установлен штамп 8.

Работает устройство следующим образом. Работу начинают с установки на основании подвижной каретки 2 с нижней частью обоймы 1. Затем укладывают регулировочные прокладки 5 в нижней части обоймы 1 и устанавливают образец 6 по центру плоскости среза. Укладывают каретку 2 и устанавливают на нее верхнюю часть обоймы 3 с подвижным упором 7. Подвижный упор 7 опускают в нижнее положение. Затем на образец 6 устанавливают штамп 8 и прикладывают к нему нагрузку, соответствующую природному давлению испытываемого образца грунта 6.

После этого поднимают вращением подвижный упор 7 до соприкосновения со штампом 8 и производят нагружение до момента смещения двух частей обоймы 1 и 3 относительно друг друга с замером максимальной нагрузки P . Испытания выполняют при двух углах наклона плоскости среза, например: 40° и 60° , для чего необходимо иметь две разрезные обоймы с углами: 40° и 60° и два образца.

Следующее устройство для определения сопротивления грунта срезу (рис. 4). Изобретение относится к инженерно-геологическим исследованиям для строительства, а именно к устройствам для лабораторного исследования физико-химических свойств грунта и предназначено для испытаний образцов грунта, вырезанных из монолитов.

Устройство содержит станину 1 срезную со штампом 2 коробку, состоящую из неподвижной 3 и подвижной 4 обойм для размещения образца грунта. Приспособление для создания срезающего усилия включает рычаг 5 с криволинейной поверхностью, груз 6 и трос 7, связывающий подвижную обойму 4 с рычагом 5.

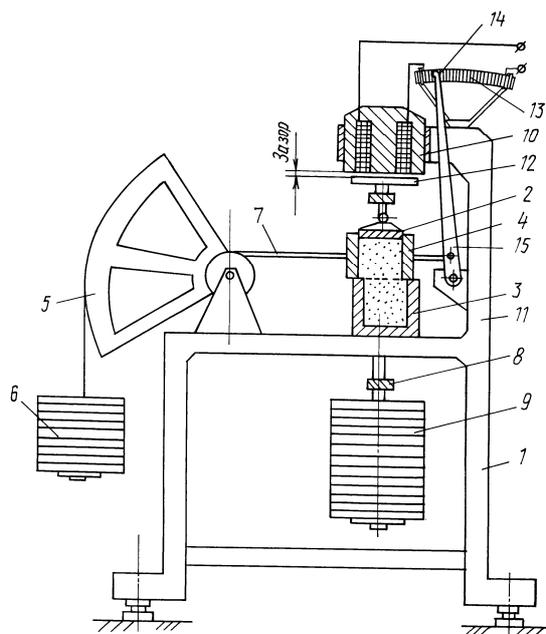


Рис. 4. Устройство для определения сопротивления грунта срезу

Приспособление для создания вертикальной нагрузки включает силовую рамку 8 с грузом 9, шарнирно установленную на штампе 2, и электромагнит 10, закрепленный на станине 1 с помощью кронштейна 11. Якорь 12 закреплен на верхней части силовой рамки 8 с зазором по отношению к электромагниту 10. Электрическая цепь электромагнита 10 включает реостат 13, ползун 14 которого сопряжен с подвижной обоймой 4, например, посредством тяг 15. При этом реостат может иметь переменный шаг навивки соответственно изменению площади поперечного сечения образца в полости среза.

Устройство работает следующим образом. В соосно-расположенные верхнюю подвижную обойму и нижнюю неподвижную обойму срезной коробки устанавливают испытуемый образец грунта, в верхнюю подвижную обойму вводят штамп. На штампе шарнирно монтируют силовую рамку с установленным на нее верхней части якорем в кронштейне закрепляют электромагнит с зазором по отношению к якорю.

Подвижную обойму соединяют тросом с рычагом и тягами с ползуном реостата. В исходном положении в электрической цепи электромагнита минимально-притягивающая сила электромагнита также минимальна и не оказывает влияния на величину вертикальной нагрузки. В дальнейшем под действием груза при определенной податливости образца грунта подвижная обойма перемещается и, будучи связанной тягами с ползуном реостата, приводит к перемещению ползуна вдоль реостата, уменьшая сопротивление последнего и повышая напряжение в электрической цепи электромагнита, что в свою очередь повышает величину притягивающей силы электромагнита.

Применение устройства для определения грунта срезу при лабораторных исследованиях физико-механических свойств грунта существенно повысит достоверность получаемых результатов опыта и позволит создать на их основе удовлетворяющее высоким современным требованиям оборудование, используемое на инженерно-исследовательских работах.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОТИВООБЛЕДЕНИТЕЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ (ПОЖ) «MAXFLIGHT 04» ДЛЯ СНИЖЕНИЯ АДГЕЗИИ ГРУНТА О МЕТАЛЛИЧЕСКУЮ ПОВЕРХНОСТЬ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ЗЕМЛЕРОЙНЫХ МАШИН

Противообледенительная жидкость (ПОЖ) - жидкость для наземной противообледенительной обработки воздушных судов (ВС) перед полётом. Представляет собой раствор гликоля (моноэтиленгликоль, диэтиленгликоль или пропиленгликоль) в воде с различными добавками для улучшения эксплуатационных свойств (загустители, красители и пр.). Применяется для растапливания замёрзших осадков (в нагретом до +60..+70°C виде) и для защиты от накопления выпадающих осадков на поверхностях ВС (в холодном виде).

ПОЖ "MAXFLIGHT 04" - является противо/антиобледенительной жидкостью на основе пропиленгликоля и предназначена для наземной противо/антиобледенительной обработки воздушных судов. Соответствует требованиям SAE AMS 1428 / ISO 11078. Обладает очень хорошей противообледенительной характеристикой, когда используется нагретой до +70 С без каких-либо операционных ограничений. Время удержания ПОЖ "MAXFLIGHT 04" на крыле (Holdvertime) от 3 минут до 12 часов. Обладает самым высоким резервом безопасности из всех имеющихся в наличии жидкостей SAE тип IV между значением вязкости продукта при доставке и наиболее низким допустимым значением накрывальной вязкости из общей таблицы, поддерживает хорошие аэродинамические характеристики ВС [1]. Имеет уникальные характеристики, делающие ее одной из наиболее совершенных жидкостей, соответствующих SAE тип IV, из доступных на рынке. Она имеет наименьшие пределы вязкости из всех жидкостей SAE тип IV, в некоторых случаях даже более низкие, чем у жидкостей, соответствующих SAE тип II. Обеспечивает наибольший безопасный запас между нижним значением вязкости при производстве и вязкости на крыле согласно Таблице времени защитного действия жидкостей Generic/Brand name (табл. 3). Является единственной жидкостью SAE тип IV, которая тестировалась с двумя различными вязкостями, чтобы можно было независимо использовать значения Generic и Brand Name таблицы времени защитного действия [2].

Таблица 1

Физико-химические характеристики

Внешний вид	Изумрудно-зеленая жидкость
Содержание пропиленгликоля	минимум 51,5 %
Значение pH при 200С	6,5 - 7,5
Плотность при 200С	~ 1,038 кг/дм ³
Динамическая вязкость при 200С	10.000 - 14.500 мПа*с

Таблица 2

Вязкость жидкости

Применяемые составы (концентрация, %)	Аэродинамический предел	Таблица времени защитного действия Generic	Таблица времени защитного действия Brand Name
100 : 0	14.500 мПа·С	2.920 мПа·С	5.540 мПа·С
75 : 25	56.800 мПа·С	6.400 мПа·С	15.000 мПа·С
50 : 50	48400 мПа·С	2.000 мПа·С	5.200 мПа·С

Время защитного действия

Температура окружающего воздуха °С	Концентрация ПОЖ (процентное соотношение по объему)	Приблизительное время защитного действия с учетом погодных условий (часы, минуты)						
		ледяной налет	замерзающий туман	снег	замерзающая морось	небольшой замерзающий дождь	топливное обледенение	прочие явления
От 0 и до - 3	100/0	12: 00	1: 15-2: 15	0: 35-1: 15	0: 40-1: 10	0: 15-0: 40	0: 10-0: 50	
	75/25	5: 00	1: 05-1: 45	0: 25-0: 55	0: 35-0: 50	0: 15-0: 30	0: 05-0: 35	
	50/50	3: 00	0: 15-0: 35	0: 05-0: 15	0: 10-0: 20	0: 05-0: 10	ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: не существует рекомендаций о времени	
Ниже - 3 и до - 14	100/0	12: 00	0: 20-1: 20	0: 25-0: 40	0: 20-0: 45	0: 10-0: 25		
	75/25	5: 00	0: 50-0: 25	0: 15-0: 35	0: 15-0: 30	0: 10-0: 20		
Ниже - 14 и до - 25	100/0	12: 00	0: 40-0: 15	0: 15-0: 30	защитного действия			
Ниже - 25	100/0	Жидкости типа II и IV ИСО могут применяться для предупреждения обледенения при температурах ниже - 25°С при условии, что точка замерзания жидкости по крайней мере на 7 °С ниже ТОВ и соблюдены критерии аэродинамических особенностей.						

Были проведены практические испытания на сопротивление сдвигу влажного грунта относительно металлической поверхности с использованием антиобледенительной жидкости «MAXFLIGHT 04», при отрицательных температурах воздуха: -35 и -15°С. Эксперименты проводились на специальном сдвиговом стенде [3-5]. Для опыта использован грунт 4-й категории – суглинок, при 3-х значениях влажности: 7,5%, 12,5% и 17,5%. Результаты эксперимента приведены в таблице 4.

Таблица 4

Результаты эксперимента

План эксперимента в натуральных значениях			Результаты наблюдений напряжения сдвига, Н	
температура окр. среды t _{ср} , °С	влажность грунта W, %	время контакта системы грунт-металл t, мин	без воздействия	MAXFLIGHT 04
-35	7,5	3	92,73	30,40
	7,5	7	174,20	62,74
	12,5	5	186,54	78,91
	17,5	3	218,54	134,20
	17,5	7	400	159,89
-15	7,5	5	63,74	38,25
	12,5	3	78,45	50,01
	12,5	5	144,20	56,88
	12,5	7	240,30	58,84
	17,5	5	228,50	94,14

Из проведенного эксперимента видно, что эффективность жидкости зависит от длительного времени контакта с замерзшим грунтом и влажности. Жидкость, при длительном контакте и влажности >12,5%, растапливает грунт и образует на поверхности металла защитную плёнку, препятствующую примерзанию грунта к поверхности металла.

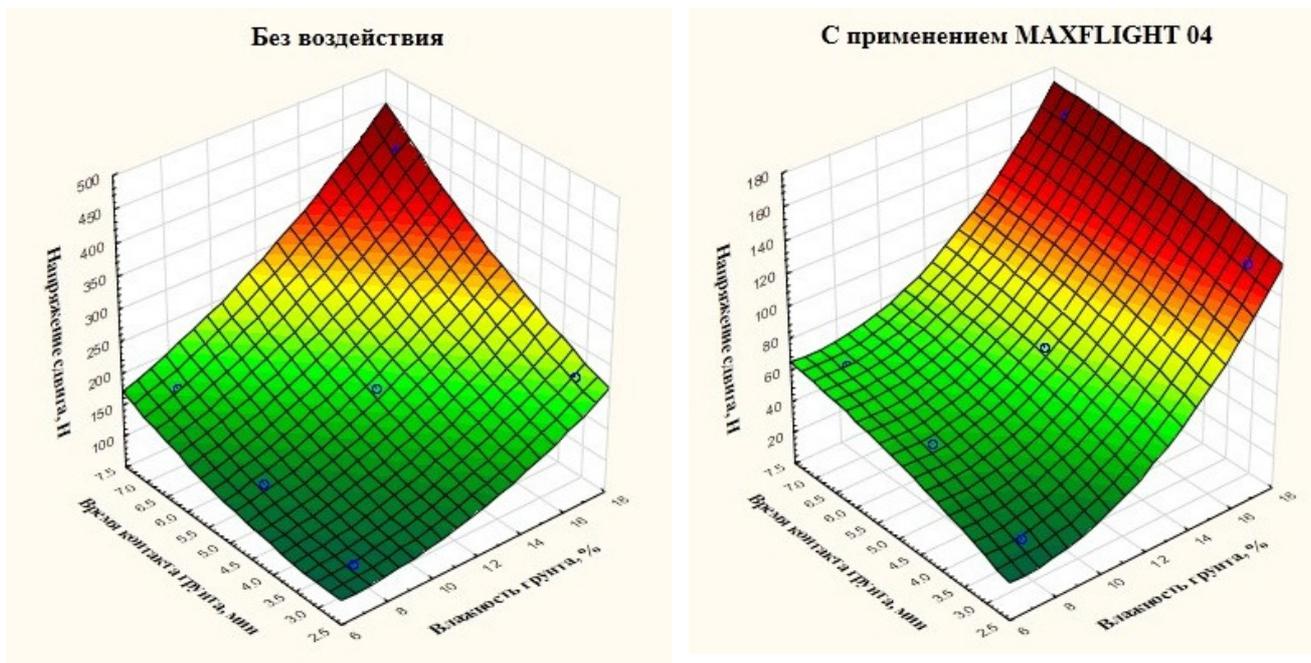


Рис. 1. График напряжения сдвига грунта при отрицательной температуре -35°C

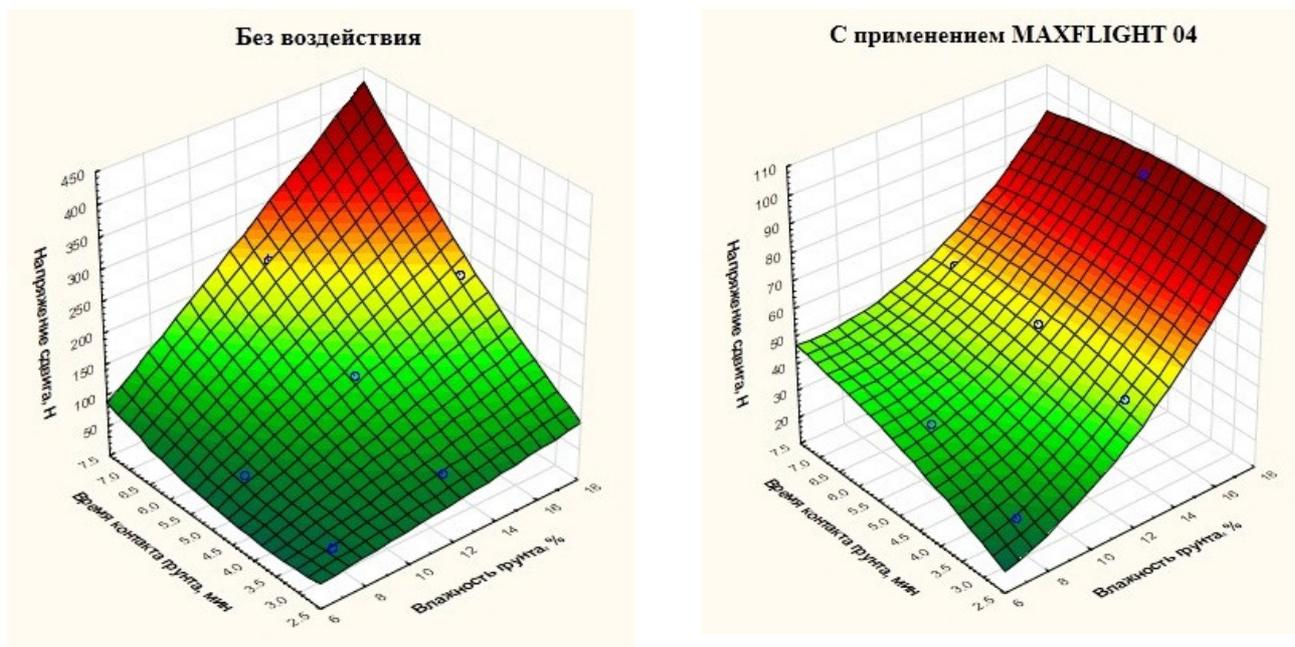


Рис. 2. График напряжения сдвига грунта при отрицательной температуре -15°C

Библиографический список

1. Противо/антиобледенительная жидкость (ПОЖ) «MAXFLIGHT 04». Режим доступа: <http://hiaton.ru/catalog/13343/>
2. Рекомендации ИКАО по противообледенительной защите ВС на земле, Дос 9640-AN/940, издание 2-ое, 2000г.
3. Баловнев В.И., Бакатин Ю.П., Зеньков С.А., Журавчук С.В. Сдвиговой стенд: пат. 1310696 Рос. Федерация. № 3992052; заявл. 12.12.1985; опубл. 15.05.1987, Бюл. № 18. 5с.
4. Зеньков С.А., Кобзов Д.Ю., Курмашев Е.В. Стенд сдвиговой: пат. 2460989 Рос. Федерация. № 2010139838/28; заявл. 28.09.2010; опубл. 10.09.2012, Бюл. № 25. 5.5 с.
5. Зеньков С.А., Курмашев Е.В., Мунц В.В. Стенд для исследования влияния комбинированного воздействия на адгезию грунтов к землеройным машинам // Механики XXI века. 2007. № 6. С. 15-18.

ОСОБЕННОСТИ ВИБРАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ В БАЗОВЫХ РАСЧЕТНЫХ СХЕМАХ ЗАГЛАЖИВАЮЩЕГО ОРГАНА С НЕСКОЛЬКИМИ ВИБРАТОРАМИ

Данная тема содержит результаты исследования вибрационного поля, которое создается системой балочного типа, имеющей несколько упругих элементов и несколько источников возмущения. Расширено понятие вибрационного поля, обозначена его структура, введены понятия однородности поля. По существу, распределение амплитуд колебательных движений рабочего органа, как твердого тела в его сложном плоском движении, должно соответствовать определенным условиям. Движение точек поверхности контакта рабочего органа с бетоном должно быть однонаправленным, как это происходит у твердого тела в виде стержня, имеющего на одном из концов опору вращения. Опора вращения представляет собой узел колебаний, в котором амплитуда колебаний равна нулю, а следовательно, в этой точке поверхности бетона эффект от контактного взаимодействия будет минимальным. При соответствующем выборе параметров колебательной системы в расчетной схеме балочного типа можно обеспечить вывод «узла» колебаний за пределы рабочего органа, тем самым может быть обеспечена однородность вибрационного поля. Уровень однородности может быть определен как относительная величина, равная отношению текущей амплитуды колебаний точки к ее номинальному (или нормативному) значению. Чем меньше изменяется показатель однородности (ее уровень), тем стабильней технологический процесс вибрационного заглаживания. Исследованы возможные типы структур вибрационного поля твердого тела при различных сочетаниях конструктивных параметров и формах возбуждения колебаний; получены аналитические соотношения, определяющие условия однородности. Предлагаемый подход может быть распространен и на пространственные (трехмерные) объекты, что позволяет создать научный базис для выбора, обоснования и расчета конструкции, реализующей заглаживание поверхности бетона рабочим органом, несущим несколько вибрационных элементов.

Библиографический список

1. Ситов И.С. «Динамика взаимодействия брусового рабочего органа бетоноотделочной машины с обрабатываемой средой». Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/Братский государственный технический университет. Братск, 2008
2. Мамаев Л.А., Кашуба В.Б., Ситов И.С. «Определение приведенных и кинематических характеристик привода брусового рабочего органа бетоноотделочных машин». Вестник Иркутского государственного технического университета. 2007. Т.29.№1. С.150-155.
3. Белокобыльский С.В., Кашуба В.Б., Ситов И.С. «Технологические возможности дисковых высококачественных рабочих органов бетоноотделочных машин». Системы. Методы. Технологии. 2009.№1. С.8-11.

С.Н. Герасимов, А.В. Попов

Братский государственный университет

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ВИБРОВОЗДЕЙСТВИЯ БРУСОВОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА НА КАЧЕСТВО ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ БЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Объектом исследования, в данном случае, является процесс обработки незатвердевшей бетонной поверхности брусомым вибрационным рабочим органом с колебаниями подвижных секторов бруса в вертикальной плоскости. Основным критерием, характеризующим качество обработки бетонной поверхности, является ее шероховатость R_n , достигнутая в результате обработки. Данный критерий, т.е. шероховатость поверхности R_n , целесообразно принять в качестве функции отклика объекта исследования, так как он удовлетворяет требованиям, предъявляемым к отклику, а именно: эффективности в статистическом смысле (возможность измерения с достаточной точностью) и возможности количественной оценки. На основе предварительных исследований и обработки известных результатов предложена постановка

четырёхфакторного эксперимента. С целью минимизации числа контролируемых факторов предложен дополнительный анализ воздействия каждого из них на качество бетонной поверхности отдельно, что позволило определить уровни влияния факторов и интервалы их варьирования. Получен и обобщен обширный экспериментальный материал, отражающий зависимости качества поверхности (ее шероховатости) от давления, параметров вибрации или интенсивности вибровоздействия. Показано, что заглаживающая способность рабочего органа, наряду с факторами жесткости смеси и интенсивности вибродействия, наиболее значительно влияет на качество обработки. Рост заглаживающей способности рабочего органа обеспечивает интенсивное снижение шероховатости обработанной поверхности. В целом, проведенные эксперименты определяют технологический регламент эффективности процесса вибрационного заглаживания поверхности.

Библиографический список

1. Ситов И.С. «Динамика взаимодействия брусового рабочего органа бетоноотделочной машины с обрабатываемой средой». Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/Братский государственный технический университет. Братск, 2008
2. Мамаев Л.А., Кашуба В.Б., Ситов И.С. «Определение приведенных и кинематических характеристик привода брусового рабочего органа бетоноотделочных машин». Вестник Иркутского государственного технического университета. 2007. Т.29.№1. С.150-155.
3. Белокобыльский С.В., Кашуба В.Б., Ситов И.С. «Технологические возможности дисковых высококачественных рабочих органов бетоноотделочных машин». Системы. Методы. Технологии. 2009.№1. С.8-11.

Н.Г. Войцеховский

Братский государственный университет

КОНИК САМОРАЗГРУЖАЮЩЕГОСЯ АВТОПОЕЗДА

Важная роль в лесозаготовительном производстве принадлежит транспорту, который в значительной мере определяет экономическую доступность лесоматериалов на участках лесного фонда и возможность непрерывного и не истощительного лесопользования. Транспортная фаза лесозаготовок является наиболее капиталоемкой. Трудоемкость лесотранспортной в составе всего цикла производственных операций лесозаготовок составляет 25-30 %, а его доля в себестоимости лесопroduкции доходит до 40 %. Поэтому совершенствование технологии и техники лесовозного погрузочно-транспортного комплекса является актуальной проблемой.

Снижение транспортных затрат путем повышения эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами является актуальной задачей. Это повышает значимость проблемы обоснованного выбора и рациональных эксплуатационных показателей лесовозных автопоездов для вывозки лесоматериалов в хлыстах и сортиментах и эффективной её организации, применительно к природно-производственным условиям.

В настоящее время в России около 90% древесины заготавливается и вывозится с лесосек в виде хлыстов, для вывозки которых используются имущественные двухзвенные автопоезда.

Применение автопоездов на лесосплаве более эффективно, чем устанавливать оборудование на берегу, таких как козловые кроны. Это большие затраты на его перевозку и установку. Тем более если объём лесосек очень мал, в этих условиях лучше использовать автопоезда с саморазгружающимися кониками.

Проблема саморазгрузки автопоездов на лесосплаве является большим количеством ручного труда, связанного с открытием и закрытием стоек автопоезда, что приводит к повышению травматизма. Известны различные конструкции коников автопоездов для транспортировки и выгрузки длинномерных грузов, такие как [RU 112870 U1, 09.02.2011г] коник саморазгружающегося автопоезда.

Для того чтобы исключить ручной труд при выгрузке лесоматериалов, был разработан механизм разгрузки коников, который делает процесс разгрузки более безопасным и исключает ручной труд.

Саморазгружающий конок автопоезда состоит из грузонесущей балки со стойками и механизмом опускания и возвратом стоек в транспортное положение. Механизм состоит из нескольких шестерен которые приводятся в движение при помощи мотора.

Полезная модель относится к машинам и оборудованию, предназначенных для транспортировки и выгрузки длинномерных грузов и может быть использована на строительных и лесозаготовительных предприятиях.

Сущность полезной модели поясняется чертежами: на рис. 1 изображен коник саморазгружающегося автопоезда в транспортном положении; на фиг.2 - коник с откинутой стойкой и поднятой разгрузочной балкой; на фиг.3 показан разрез грузонесущей балки.

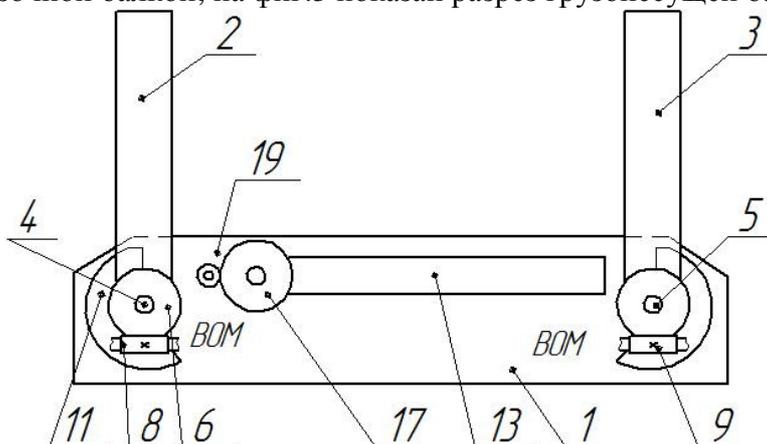


Рис. 1. Коник саморазгружающегося автопоезда в транспортном положении

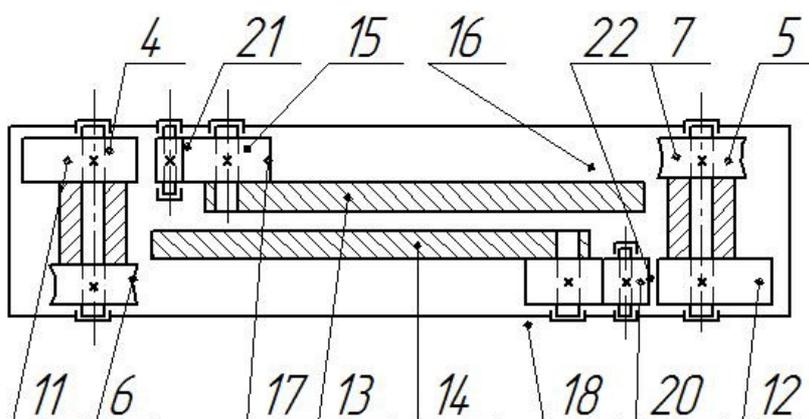


Рис. 2. Коник с откинутой стойкой и поднятой разгрузочной балкой

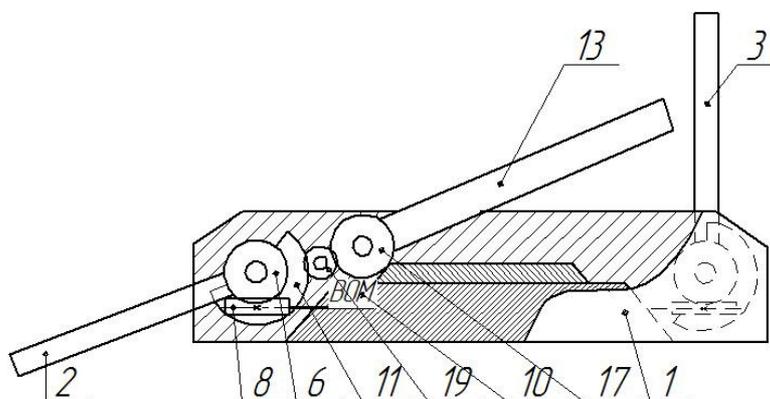


Рис. 3. Разрез грузонесущей балки

Коник саморазгружающегося автопоезда состоит из грузонесущей балки 1, стоек 2 и 3, и разгрузочных балок 4 и 5. Стойки 2 и 3 установлены на цилиндрических шарнирах 6 и 7

соответственно, и оборудованы с одной стороны червячными шестернями 8 и 9, а с другой стороны секторными шестернями 10 и 11 соответственно. Червячные шестерни 8 и 9 входят в зацепление с червячными валами 12 и 13, имеющими привод от вала отбора мощности. Разгрузочные балки 4 и 5 установлены на цилиндрических шарнирах 14 и 15 соответственно, и оборудованы приводными шестернями 16 и 17, входящими в зацепление с сателлитами 18 и 19 соответственно.

Коник саморазгружающегося автопоезда работает следующим образом.

При разгрузке пакета лесоматериалов вал отбора мощности 10. В результате этого начинает вращаться червячная шестерня 8, передовая крутящий момент на шестерню червячного колеса 6. Шестерня 6 начинает вращать стойку 2 и секторную шестерню 11, при достижении определенного угла отклонения стойки 2, часть лесоматериалов скатывается под собственным весом, в это время секторная шестерня 11 заходит в зацепление с сателлитом 19. Сателлит 19 передает крутящий момент на шестерню разгрузочной балки 17. Шестерня 17 начинает подъем грузонесущей балки 13, которая осуществляет соскальзывание оставшегося груза. После разгрузки вал отбора мощности 12 переключаем в обратную сторону, происходит опускание грузонесущей балки 13 и подъем стойки 2, возвращая стойку 2 в исходное (транспортное) вертикальное положение.

Преимуществом является повышение надежности и технической готовности автопоезда, повышение культуры производства и исключение ручного труда, что влечет к исключению травматизма.

М.В. Бережной

Братский государственный университет

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ РАЗМЕРНАЯ ОБРАБОТКА И ТРЕБОВАНИЯ К РАБОЧИМ ИНСТРУМЕНТАМ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ СТАНКОВ

Способ ультразвуковой размерной обработки широко применяется для сварки, сверления, шлифования, в ювелирном деле, а так же при обработке керамики и ферритов в электронной промышленности.

Ультразвуковая размерная обработка - это направленное разрушение твердых и хрупких материалов при помощи мельчайших зерен абразивного порошка (обычно применяют карбид бора или карбид кремния в качестве жидкости – воду), вводимых в виде суспензии в зазор между торцом - специального инструмента и заготовкой и колеблющихся с ультразвуковой частотой. Под ударами зерен абразива складываются мелкие частицы материала с поверхности заготовки. Обрабатываемая площадь и наибольшая глубина обработки зависят от сечения и свойств магнестрикционного материала, из которого изготовлен двигатель-преобразователь. Износ инструмента определяет срок его службы и оказывает существенное влияние на точность обработки. Изнашивание в продольном направлении происходит из-за разрушения торца инструмента при ударах по абразивным зернам и зависит от физико-механических свойств материала инструмента, а также от зернистости абразива. Поперечный износ является следствием побочного резания, которое совершается между боковой поверхностью инструмента и стенкой обрабатываемого отверстия, и зависит от величины паразитных колебаний инструмента в поперечном направлении, геометрии и профиля инструмента. В принципе этот процесс может происходить в широких диапазонах частот механических колебаний, но наиболее эффективные конструктивные решения, обеспечивающие малогабаритность оборудования, максимальный к.п.д. и требования стандартов на электротехнологическое оборудование, обеспечивают при работе на частотах 18+1,35 и 22+1,65 кГц.

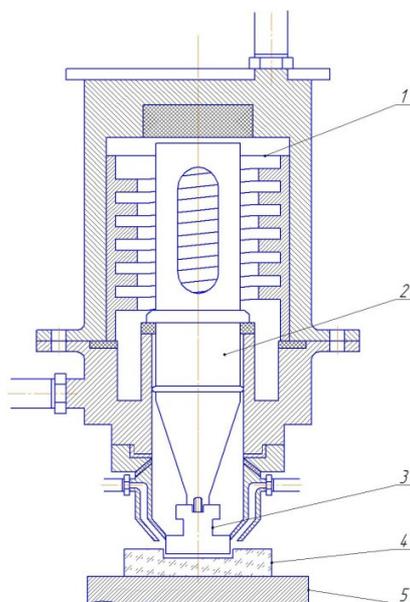


Рис. 1. Схема ультразвуковой обработки

1 – магнитоstrictionный преобразователь, 2 – концентратор, 3 – инструмент, 4 – обрабатываемая заготовка, 5 – стол ультразвукового станка

Ультразвуковым методом обрабатывают хрупкие твердые материалы: стекло, керамику, ферриты, кремний, кварц, драгоценные минералы, в том числе алмазы, твердые сплавы, титановые сплавы, вольфрам. Вязкие материалы (незакаленная сталь, латунь) плохо обрабатываются УЗО, так как в этом случае не происходит сколов.

Непосредственная передача УЗ колебаний от преобразователя через концентратор в обрабатываемые хрупкие твердые материалы осуществляется с помощью рабочих инструментов, которые изготавливают из закаленных (HRC 35 – 40), но вязких материалов (латунь, медь, чугун). Профиль инструмента соответствует профилю обрабатываемого отверстия.

Для ультразвуковых станков рабочие инструменты должны быть сменными. Сменные рабочие инструменты выполняются в виде отдельных элементов (узлов) колебательной системы и соединяются с торцевой поверхностью цилиндрического участка концентратора посредством резьбового соединения.

Существуют и другие виды соединений рабочего инструмента с концентратором - цанговые зажимы и пайка. Однако они не позволяют передавать УЗ колебания высокой интенсивности (колебания с амплитудами более 30 мкм) и вносят значительные дополнительные потери энергии, поэтому используются только для крепления рабочих инструментов диаметром не более 3 мм.

Всякое резьбовое соединение ослабляет сечение цилиндрического участка концентратора и приводит к повышению механических напряжений на участке соединения. Кроме того, всякое резьбовое соединение в колебательной системе приводит к дополнительным потерям акустической энергии. Поэтому при разработке и изготовлении рабочих инструментов, соединяемых с концентраторами посредством резьбовых соединений, необходимо учитывать следующее:

1. Резьбы должны быть высокого качества во избежание усталостных разрушений, поскольку в области резьбовых соединений действуют циклические знакопеременные нагрузки. В колебательных системах мощностью от 0,1 до 0,5 кВт обычно используются резьбы М8.....М16;
2. Для предотвращения самопроизвольного отвинчивания необходимо использовать резьбы с мелким шагом;
3. Для лучшего акустического контакта стыкуемых поверхностей их подвергают местной закалке и шлифовке;

4. Для улучшения акустического контакта при сборке часто используют мягкие медные прокладки толщиной 0,1...0,2 мм;

5. Для обеспечения необходимого акустического контакта рабочих инструментов с концентраторами следует выбирать осевое усилие затяжки из расчета обеспечения давления на поверхности контакта 0,1...0,25 МПа.

Кроме того, сами рабочие инструменты должны отвечать следующим требованиям:

1. Диаметр или длина большей стороны рабочего инструмента должна быть меньше четверти длины волны изгибных колебаний в инструменте. При игнорировании этого требования в рабочих инструментах возникают изгибные колебания;

2. Продольный размер (толщина) рабочего инструмента должен быть меньше четверти длины волны продольных колебаний в инструменте. При невыполнении этого требования в зоне соединения рабочего инструмента и концентратора возникают большие механические напряжения, приводящие к образованию усталостных трещин и разрушению колебательной системы.

3. Оба требования легко выполняются при изготовлении рабочих инструментов диаметром до 25 мм при продольном размере до 45 мм для малогабаритных ультразвуковых колебательных систем. Для стационарных ультразвуковых колебательных систем (что будет рассмотрено в следующих разделах) эти требования легко выполняются при изготовлении рабочих инструментов диаметром до 60 мм при продольном размере до 45 мм.

Несмотря на неизбежные потери энергии в резьбовых соединениях и необходимость выполнения вышеперечисленных требований, УЗ колебательные системы выполняются со сменными инструментами. Это обусловлено следующими факторами:

1. В процессе эксплуатации УЗ колебательных систем рабочие инструменты подвергаются ударам абразивных зерен. За счет этого происходит разрушение поверхности рабочих инструментов;

2. При реализации технологических процессов ультразвуковой обработки твердых материалов в производственных условиях необходимо выполнять различные технологические операции (выполнять сквозные или глухие отверстия различного диаметра или различной формы). Каждая из таких технологических операций осуществляется наиболее эффективно при использовании специализированных рабочих инструментов. Наличие резьбового соединения позволяет легко и быстро установить необходимый рабочий инструмент.

Максимальная скорость выполнения отверстий достигается при использовании полых рабочих инструментов. Необходимость использования большого количества рабочих инструментов различного размера обуславливает широкий диапазон собственных рабочих частот всей колебательной системы.

В настоящее время наиболее широко используется способ управления процессом ультразвуковой размерной обработки, при котором измеряется текущее значение резонансной частоты ультразвуковой колебательной системы в процессе обработки материала и, в соответствии с ним, подстраивается частота электрических колебаний генератора, т.е. осуществляется автоматическая подстройка частоты (АПЧ).

При этом не обеспечивается стабильная работа колебательной системы в условиях изменения технологической нагрузки, в частности, происходящей при изменении площади контакта торцевой поверхности различных по диаметру рабочих инструментов с поверхностью обрабатываемого материала, т.е. при использовании различных рабочих инструментов.

За счет этого при изменении площади торцевой поверхности рабочего инструмента (например, при изменении его внешнего диаметра или толщины стенки) происходит изменение амплитуды колебаний на его торцевой поверхности.

Общепринятым считается, что при изготовлении всех перечисленных типов инструментов, предназначенных для выполнения различных по диаметру или форме отверстий, необходимо обеспечивать равенство резонансных частот колебательной системы со всеми рабочими инструментами. Для этого масса рабочих инструментов должна быть одинаковой. Однако на практике выполнение различных рабочих инструментов одинаковых по массе не

обеспечивает равенства резонансных частот. Рабочие инструменты большего диаметра (особенно, в тех случаях, когда диаметр рабочего инструмента превосходит диаметр выходного цилиндрического участка концентратора) при равных массах имеют значительно меньшую рабочую частоту. Так при изготовлении рабочих инструментов диаметрами 15 и 25 мм на одну рабочую частоту массу большего по диаметру инструмента необходимо уменьшать на 25...30% по сравнению с массой меньшего инструмента. Теоретические расчеты, основанные на получении одинаковых рабочих частот различных по диаметру и форме рабочих инструментов за счет установления зависимости частоты от их массы, не позволяют получить приемлемых для практики зависимостей. Поэтому выполнение различных рабочих инструментов на одну рабочую частоту представляет сложную технологическую задачу и осуществляется на практике путем подбора их геометрических размеров. Однако выполнение всех рабочих инструментов на одну рабочую частоту решает только одну, наиболее простую, проблему. А, именно, при использовании электронного генератора, настроенного на рабочую частоту близкую к резонансной частоте колебательной системы (совпадение электрической рабочей частоты генератора и механической частоты колебательной системы обуславливает неустойчивость системы и на практике не используется), происходит максимально эффективное возбуждение колебательных систем с различными рабочими инструментами. Таким образом, обеспечивается стабильность работы колебательных систем. При незначительных отклонениях рабочих частот отдельных рабочих инструментов от некоторого среднего значения стабильность работы станков обеспечивается автоматической подстройкой рабочей частоты электронного генератора.

При этом не решается проблема обеспечения стабильной работы колебательных систем в условиях изменения технологической нагрузки, в частности, происходящей при изменении площади контакта торцевой поверхности различных по диаметру рабочих инструментов с поверхностью обрабатываемого материала. За счет этого при изменении диаметра рабочего инструмента происходит изменение амплитуды колебаний на его торцевой поверхности.

На практике рассматриваемый способ, реализуется настройкой электронного генератора таким образом, что при выполнении минимального из необходимых отверстия обеспечивается максимальная допустимая интенсивность УЗ колебаний (и, соответственно, производительность выполнения отверстия). В этом случае станок комплектуется максимальным по диаметру инструментом, при котором еще обеспечивается приемлемая интенсивность УЗ колебаний (и, соответственно, приемлемая производительность).

Для решения проблемы необходимо обеспечить возможность эффективной работы ультразвукового станка при выполнении отверстий необходимого максимального диаметра, а при использовании инструментов меньшего диаметра обеспечить соответствующее автоматическое уменьшение подводимой к колебательной системе от генератора электрической мощности.

К сожалению, вопрос стабилизации амплитуды механических колебаний разработан слабо и в настоящее время практически не выпускается ультразвуковых станков, в которых использовались бы устройства, обеспечивающие автоматическую регулировку амплитуды механических колебаний в зависимости от нагрузки.

Для стационарных станков большой мощности могут быть разработаны электронные схемы, достаточно точно и быстро определяющие акустическую нагрузку (площадь рабочей поверхности используемого рабочего инструмента) и обеспечивающие регулировку в требуемых пределах без значительной потери эффективности генератора (например, при использовании систем широтно-импульсной модуляции). Однако они сложны в изготовлении, настройке и очень существенно повышают стоимость станков.

Для повышения эффективности (расширения диапазона выполняемых отверстий и обеспечения равной производительности) малогабаритных ультразвуковых станков с ручным рабочим инструментом предложен и разработан способ обеспечения равной производительности сверления отверстий различного диаметра с использованием рабочих инструментов, имеющих различные собственные рабочие частоты механического резонанса (т.е. коле-

бательная система с каждым из используемых инструментов имеет различные рабочие частоты).

Основными параметрами УЗ размерной обработки являются: Производительность, качество обрабатываемой поверхности и точность ультразвуковой обработки.

На производительность влияют следующие факторы:

- амплитуда механических колебаний инструмента (АМК)
- характеристики материала обрабатываемого изделия и материала абразива
- размер зерна абразива и его концентрация в суспензии
- сила подачи инструмента на изделие и глубина обработки.

АМК оказывает наибольшее влияние на производительность ультразвуковой обработки. С ее увеличением - увеличивается скорость обработки примерно по квадратичному закону. Таким образом при проектировании станков для размерной обработки целесообразно стремиться к получению наибольшей АМК, что предъявляет особые требования к УЗ генераторам и прочностным характеристикам инструмента и преобразователя, поскольку при УЗ размерной обработке колебательная система работает в режиме близком к режиму холостого хода и большая часть подводимой к ней мощности является мощностью потерь на ее элементах.

Производительность обработки снижается с увеличением вязкости и твердости обрабатываемого материала. Производительность ультразвуковой обработки зависит, так же, и от материала абразива, при этом, чем выше его твердость, по сравнению с материалом обрабатываемого изделия, тем она больше. Зависимость роста скорости УЗ обработки особенно заметно, только для размеров зерна абразива в диапазоне зернистости 0-80 мкм, после чего скорость значительно уменьшается.

Н.А. Балахонов, А.С. Чубыкин, А.С. Кожевников, М.С. Смерецкий

Братский государственный университет

ОБЗОР АНТИОБЛЕДЕНИТЕЛЬНЫХ ЖИДКОСТЕЙ КАК СРЕДСТВА ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ АДГЕЗИИ ГРУНТА НА РАБОЧИЕ ОРГАНЫ ЗЕМЛЕРОЙНЫХ МАШИН

Противообледенительная жидкость [1, 2] (ПОЖ) - жидкость для наземной противообледенительной обработки воздушных судов (ВС) перед полётом. Представляет собой раствор гликоля (моноэтиленгликоль, диэтиленгликоль или пропиленгликоль) в воде с различными добавками для улучшения эксплуатационных свойств (загустители, красители и пр.). Из-за наличия гликоля имеет температуру замерзания значительно ниже, чем у воды (до -60°C по ГОСТ 18995.5-73, до -40°C по ASTM 1177-94). Применяется для растапливания замёрзших осадков (в нагретом до $+60..+70^{\circ}\text{C}$ виде) и для защиты от накопления выпадающих осадков на поверхностях ВС (в холодном виде).

В зависимости от присутствия или отсутствия загустителя, его концентрации и химической природы, ПОЖ делятся на I, II, III и IV тип. Жидкости I (первого) типа предназначены для применения в нагретом виде в основном для удаления снежно-ледяных отложений с поверхностей ВС и кратковременной защиты ВС. Для долговременной защиты используются жидкости II, III и IV типа. Из-за присутствия в их составе загустителя, они имеют большую вязкость и образуют на поверхности плёнку, принимающую на себя осадки и препятствующую их примерзанию к поверхности ВС. ПОЖ этих типов при применении для предотвращения наземного обледенения применяются холодными, то есть имеющими температуру окружающей среды.

Таблица 1

Результаты испытаний лабораторного образца противогололедной жидкости на ацетановой и формиатной основе

Наименование показателя	Требования к противообледенительной жидкости (далее - ПОЖ)					Значение показателя испытываемого продукта		Методы испытаний
	Safewing EG 1 1996 Aircraft Deicer (Clariant)	Safewing DG 1 1937 (Hoechst High Chem)	OCTAFLO EG (тип 1)	Арктика (тип 1) ТУ 6-10-5763445-10-89	Арктика ДГ (тип 1) ТУ-1-595-25-512-97	ПОЖ (ацетановая)	ПОЖ (формиатная)	
Плотность при 20°С, г/см ³	1,097-1,102	1,100-1,120	Не менее 1,104	1,071-1,079	1,094-1,102	1,265	1,316	ГОСТ 18995.1
Показатель преломления при 20°С	1,412-1,418	1,435-1,440	1,4206-1,4236		1,4050-1,4200	1,404	1,407	ГОСТ 18995.2
Водородный показатель (рН) при 20°С	8,0-9,0	7,5-8,5	7,8-8,6	7,0-9,0	9,5*	9,7	9,0	
Температура начала кристаллизации, °С	Не выше минус 20 (при разбавлении водой в объемном соотношении 1:1)	Не выше минус 20 (при разбавлении водой в объемном соотношении 1:1)	Не выше минус 33 (при разбавлении водой в объемном соотношении 1:1)	Не выше минус 37	Не выше минус 50	Минус 24 (при разбавлении в объемном соотношении 1:1)	Минус 20 (при разбавлении в объемном соотношении 1:1)	
Вязкость кинематическая при 20°С, мм ² /с	5-15	25-30			Не менее 9,0	7,895	9,836	
Поверхностное натяжение при 20°С, мН/с			Н более 40	Не более 35	Не более 40	33,5	39	
Температура кипения при давлении 101,3 кПа (760 мм рт.ст.), °С	124	131				119	124	ТУ 6-57-95-96 п.4.5
Основа жидкости	Водный раствор этиленгликоля	Водный раствор диэтиленгликоля	Водный раствор этиленгликоля	Водный раствор этиленгликоля	Водный раствор диэтиленгликоля	Водный раствор ацетата калия	Водный раствор формиата калия	
Особенности применения	Разбавление водой	Разбавление водой	Разбавление водой	Применяется без разбавления водой	Разбавление водой	Разбавление водой	Разбавление водой	

Жидкости ТИП I - незагущенные маловязкие жидкости, что с одной стороны позволяет более эффективно их использовать для удаления обледенения с возможностью разбавления водой в пропорции 10:90 до 90:10, но они имеют небольшое время защитного действия. Действия жидкости ТИП I достаточно для обработки, запуска двигателей и руления только в условиях образования инея (не более 45 минут). В условиях других видов осадков оно составляет от 5-11 до 2-4 минут. Концентрация применяемой жидкости в смеси с водой выбирается в зависимости от конкретного типа жидкости, температуры воздуха, выбранной процедуры и имеющихся в аэропорту возможностей.

Имеются жидкости на базе этиленгликоля, пропиленгликоля и диэтиленгликоля. Температура применения и соответственно выбираемая при определенной температуре концентрация будет для каждой конкретной жидкости своя. При выборе концентрации жидкости для применения при одноступенчатой обработке (одновременно и удаление обледенения, и антиобледенительная защита) или на втором этапе двухступенчатой обработки (антиобледенительная защита) температура замерзания должна быть не менее чем на 10 градусов ниже, чем температура окружающего воздуха. Например, при наружной температуре минус 12 градусов жидкость, применяемая для одноступенчатой обработки, должна замерзнуть при температуре ниже минус 22 градуса. При выборе концентрации жидкости для применения на первом этапе двухступенчатой обработки (удаление обледенения) может применяться жидкость в смеси с водой более низкой концентрации с температурой замерзания не более чем на три градуса выше температуры окружающего воздуха.

Жидкости ТИП II и ТИП IV имеют в своем составе, кроме пропиленгликоля, поверхностно активных веществ и антикоррозийных и других присадок, загуститель, который обеспечивает большее время защитного действия и особые аэродинамические качества жидкости, позволяющие освободить поверхность ВС от жидкости во время разбега до отрыва передней стойки. Данные жидкости могут использоваться в концентрации только 25: 75; 50: 50; 75: 25 и 100 %. При этом концентрации 75: 25 и 100 % могут использоваться только для реактивных ВС со скоростью отрыва передней стойки более 157 км/час (85 узлов). Максимальное время защитного действия достигается при использовании для антиобледенительной защиты ВС концентрированной не нагретой жидкости ТИП IV. Жидкости ТИП II, а тем более ТИП IV обеспечивают значительно большее время защитного действия. В условиях образования инея оно составляет до 12 часов, что позволяет ее использовать при таких погодных условиях для обработки ВС. В условиях других видов реальных осадков, в зависимости от темпера-

туры наружного воздуха и концентрации, оно может составлять от 20-40 минут до 1-1, 5 часа, что должно быть практически достаточно для обеспечения безопасности взлета в большинстве случаев.

При проведении одноступенчатой обработки горячей (температура на форсунке машины не менее 60 градусов) смесью жидкости с водой производится удаление обледенения, а оставшаяся жидкость защищает поверхность от последующего образования снежно-ледяных отложений. Преимуществом такой процедуры является простота и быстрота выполнения. Но одноэтапная процедура приводит к большему расходу жидкости при большом количестве снежно-ледяных отложений на поверхностях ВС и не обеспечивает большого времени защитного действия. Данная процедура эффективна в случае отсутствия осадков и незначительного количества снежно-ледяных отложений на критических поверхностях ВС.

Двухступенчатая обработка проводится в два этапа. На первом этапе удаляется обледенение, а на втором производится антиобледенительная защита. На первом этапе может применяться горячая смесь жидкости с водой более низкой концентрации, что экономит жидкость и в ряде случаев повышается эффективность процедуры за счет более высокой температуры применяемой жидкости. Вода также может применяться до температуры минус 3 градуса. На втором этапе производится защита поверхностей ВС более концентрированной смесью жидкости ТИП I, ТИП II или ТИП IV в зависимости от необходимого при данных погодных условиях времени защитного действия и имеющихся технологий. Двухступенчатая процедура целесообразна в случае потребности большего времени защитного действия и/или большого скопления снежно-ледяных отложений на поверхности ВС.

Библиографический список

1. Зеньков С.А., Жидовкин В.В., Нечаев А.Н. Обзор способов снижения адгезии грунтов к рабочим органам машин путем создания промежуточного слоя // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2009. Т. 2. С. 102-107.
2. Системы антиобледенения: Справочник. – М.: Стройинформ, 2007. – 332с.
3. Орлов В.А. Противообледенительная жидкость для наземной обработки самолетов: пат. 2221833 Рос. Федерация. № 2002118864/04; заявл. 18.06.2002; опубл. 20.01.2004, Бюл. № 5, 5с.