

Графічна інтерпретація доцільна при аналізі тензорних об'єктів. Вона дозволяє підкреслити геометричну суть технічної задачі та запобігти можливим помилкам при аналізі.

Подібним чином графічна інтерпретація може бути здійснена для тензора будь-якого рангу, що дозволить відстежити послідовність виконання операцій та контролювати їх.

### Висновки

Порівняння результатів розрахунку показує, що для обох матеріалів спостерігається залежність ступеню анізотропії міцності від виду навантаження: найбільша анізотропія – при розтягу, найменша – при стисненні, проміжне значення – при зсуві. Це підтверджується порівнянням коефіцієнтів анізотропії ка, а також відношенням мінімальних і максимальних

значень міцності. Порівнюючи матеріали, було визначено, що за винятком випадку розтягу, при якому виявились практично рівними, у всіх інших випадках навантаження коефіцієнти анізотропії міцності склотекстоліта вище, ніж органотекстоліта. Дане дослідження було унаочнено графічною інтерпретацією тензорів різних рангів.

### Література

1. Ашкенази Е.К. Анизотропия конструкционных материалов / Е.К. Ашкенази, Э.В. Ганов [Справочник]. – Л., 1972. – 216 с.
2. Огибалов П.М. Механика полимеров / П.М. Огибалов, В.А. Ломакин, Б.П. Кишкин. – М., 1975. – 528 с.
3. Гумен О.М. Дослідження властивостей тензорів нелінійного відображення проективного n-вимірного простору / О.М. Гумен // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К., 2010. – Вип.84. – С. 159-162.

УДК 330.15.332

# НЕОБХОДИМОСТЬ РАЗРАБОТКИ СРЕДСТВ ПО ЛИКВИДАЦИИ СЛИПАЕМОСТИ ДЕТАЛЕЙ

**Г. Ю. Бурлакова**

Старший преподаватель

Приазовский государственный технический университет  
г. Мариуполь

**О. А. Ковалев**

Кафедра «Технология машиностроения»\*

Восточноукраинский национальный университет имени  
Владимира Даля  
г. Луганск

**А. П. Николаенко**

Кандидат технических наук, старший преподаватель

Кафедра «Металлорежущие станки и инструменты»\*

\*Восточноукраинский национальный университет имени  
Владимира Даля  
г. Луганск

*У статті надані результати експериментальних досліджень з визначення сил зсуву і тертя, що виникають при вібраційній обробці деталей*

*Ключові слова: віброзбудник, адгезія, коефіцієнт тертя, опір зсуву, вологе тертя, сухе тертя, хімічно активні розчини*

*В статье представлены результаты экспериментальных исследований по определению сил сдвига и трения, возникающих при вибрационной обработке деталей*

*Ключевые слова: вибровозбудитель, адгезия, коэффициент трения, сопротивление сдвигу, влажное трение, сухое трение, химически активные растворы*

*In the article the results of experimental researches are presented on determination of forces of change and friction, arising up at oscillation treatment details*

*Keywords: vibroexciter, adhesion, coefficient of friction, resistance a change, moist friction, dry friction, chemically active solutions*

### Постановка проблемы

Отделочно-зачистные операции мелких деталей (масса 0,3...20г, наибольший габаритный размер – 30

мм) выполняются вручную или при помощи средств малой механизации, что не отвечает требованиям современного производства. При вибрационной обработке мелкие плоские детали сложной конфигурации

собираются в труднообрабатываемые пакеты, т.е. слипаются, в результате чего поверхности ряда деталей остаются необработанными.

### Анализ последних исследований и публикаций

Научно-практические аспекты вибрационной обработки исследованы во многих научных работах известных отечественных и зарубежных ученых. Важный вклад в исследования данной отрасли внесли М.Е.Шаинский, А.П.Бабичев, И.И.Блехман, В.А.Власов, И.Н.Карташов, Ю.Р.Копылов, Л.М.Лубенская и др. По мнению ученых, наиболее распространенными методами, решающими проблемы механизации отделочно-зачистной обработки, являются методы обработки свободными абразивами, к которым относятся: обработка во вращающихся барабанах, объемно-виброабразивная, магнитоабразивная, центробежно-ротационная, обработка свободным абразивом, уплотненным инерционными силами, турбоабразивная, струйноабразивная. Предпочтительными для обработки мелких деталей являются центробежно-ротационный и гидроабразивный, но они применяются только для очень мелких деталей (до 20г).

Пути решения для ликвидации налипания мелких плоских деталей на стенки контейнера намечены Шаинским М.Е., Бабичевым А.П., Челомеем В.Н. и т.д. Проблема слипания деталей данного типа начала рассматриваться только в последние несколько лет, исследованиями этой проблемы в настоящее время занимаются Ю.Р.Копылов, Л.М.Лубенская, С.М.Ясунник и др.

### Цель статьи

На основе экспериментальных исследований определить силы сдвига и трения в покое и силы трения в относительном движении, возникающие при вибрационной обработке деталей.

### Изложение основного материала

При вибрационной обработке плоских мелких деталей в присутствии химически активных растворов в любом вибрационном станке происходит слипание мелких плоских деталей, а при подъеме рабочей среды вверх в U-образном контейнере с нижним расположением вибровозбудителя происходит и налипание деталей на стенки контейнера [1, 2, 3]. Для создания каких-либо средств по ликвидации данной проблемы, например, разработки конструкций приспособлений, либо для управления амплитудно-частотными характеристиками станка, способствующими изменению давления рабочей среды, необходимо предварительно получить представление о действующих силах, в том числе силе адгезии. Эти знания и будут использованы для последующей разработки средств по решению данной задачи.

С целью определения силы сдвига проводились многократные измерения по классической схеме (подробно (рис. 1) изложенной в работе [4]). В ходе экспери-

ментальных исследований определялись силы трения в покое и силы трения в относительном движении.

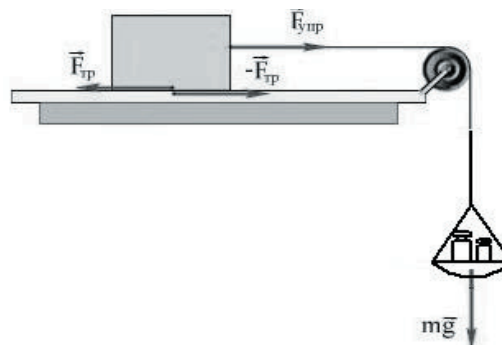


Рис. 1. Кинематическая схема определения коэффициента трения

Для этого было изготовлено устройство, состоящее из плоскости, покрытой резиной, применяемой для покрытия контейнера или стали, из которой создается изделие. На эту плоскость устанавливался образец, соединенный с чашкой, на которую укладывался уравнивающий груз.

Для определения величины коэффициента трения в движении были проведены аналогичные опыты, при которых ко дну чаши испытательного прибора подвешивалась на гибком шнуре вторая дополнительная чаша. При этом испытываемый образец начинал перемещение по направляющим под действием суммарной массы гирь, распределявшихся на обеих чашах так, чтобы после прикосновения нижней чаши к полу продолжалось равновесное движение образца под действием массы гирь, лежащих на верхней чашке. Таким образом, сумма масс гирь на обеих чашах и собственной массы нижней чаши должна соответствовать силе трения в покое, а масса гирь на одной верхней чаше – силе трения в относительном движении.

В качестве испытуемых образцов использовались параллелепипеды размерами 35x34x20 из стали Ст45, массой 178,145 г. с шероховатостью  $Ra = 0,45$  и размерами 40x30x10 из стали Ст3, массой 91,6782 г. с шероховатостью  $Ra = 0,71$ . Известно, что действующая в контейнере сила микроудара составляет 15...30 Н, а контактное давление – 1,5...150 Мпа [6]. Следовательно, для осуществления сдвига слипшихся изделий необходимо преодолевать данные величины, так как они направлены не только на сдвиг изделий при косом ударе, но и на сжатие образцов при прямом ударе. Использование образцов таких масс обусловлено тем, что в контейнере на детали оказывается давление столбом гранул, который участвует в колебательном процессе. Эксперимент проводился в условиях сухого и влажного трения, как уже указывалось выше, о резиновое покрытие и по материалу (сталь по стали).

Проводилась серия опытов, результаты которых представлены в табл. 1 - 4. Измерение силы трения в покое и силы трения в относительном движении проводилось через интервалы времени в 1, 2, 5, 15, 30 секунд. Для обработки результатов измерений использовались статистические методы с учетом случайных погрешностей, которые подтвердили достоверность результатов в границах 95%-ных доверительных интервалов.

**Таблица 1**

Результаты определения сопротивления сдвигу при трении о резиновое покрытие образца из стали Ст3, массой 91,6782 г

№ пп	Условие	Время, с	Сила 1, Н	Коэффициент трения в покое	Сила 2, Н	Коэффициент трения в движении
1	Сухая резина		6,615	0,7215±0,0044	5,03	0,5487±0,0169
2	Влажная резина	1	9,0	0,9817±0,0092	8,18	0,8923±0,0075
3	Влажная резина	2	9,22	1,0057±0,0072	8,245	0,8993±0,00802
4	Влажная резина	5	9,565	1,0433±0,0081	8,52	0,9293±0,0091
5	Влажная резина	15	10,095	1,1011±0,0104	9,06	0,9882±0,0104
6	Влажная резина	30	10,16	0,9947±0,0091	9,12	0,9947±0,0091

**Таблица 2**

Результаты определения сопротивления сдвигу при трении о резиновое покрытие образца из стали 45, массой 178,145 г

№ пп	Условие	Время, с	Сила 1, Н	Коэффициент трения в покое	Сила 2, Н	Коэффициент трения в движении
1	Сухая резина		8,17	0,4586±0,0494	6,34	0,3559±0,0088
2	Влажная резина	1	12,95	0,7269±0,0054	11,95	0,6708±0,0055
3	Влажная резина	2	13,17	0,7393±0,0069	12,415	0,6969±0,02143
4	Влажная резина	5	13,38	0,7511±0,0036	12,55	0,7045±0,0048
5	Влажная резина	15	13,49	0,7572±0,0045	12,8	0,7185±0,0057
6	Влажная резина	30	14,645	0,8221±0,0087	12,845	0,7210±0,0104

**Таблица 3**

Результаты определения сопротивления сдвигу при трении о металл обрабатываемого образца из стали 45, массой 178,145 г

№ пп	Условие	Время	Сила 1	Коэффициент трения в покое	Сила 2	Коэффициент трения в движении
1	Сухая поверхность		7,22	0,4053±0,0051	6,19	0,3474±0,0034
2	Влажная поверхность	1	8,39	0,4710±0,0046	6,68	0,3749±0,0057
3	Влажная поверхность	2	8,57	0,4811±0,0082	6,86	0,3851±0,0044
4	Влажная поверхность	5	8,445	0,4741±0,0079	7,47	0,4193±0,0086
5	Влажная поверхность	15	8,76	0,4917±0,0071	7,615	0,4275±0,0318
6	Влажная поверхность	30	9,145	0,5133±0,0267	7,41	0,4159±0,0112

**Таблица 4**

Результаты определения сопротивления сдвигу при трении о металл обрабатываемого образца из стали Ст3, массой 91,6782 г

№ пп	Условие	Время, с	Сила 1	Коэффициент трения в покое	Сила 2	Коэффициент трения в движении
1	Сухая поверхность		4,415	0,4816±0,0061	3,415	0,3725±0,0023
2	Влажная поверхность	1	5,64	0,6152±0,0063	4,51	0,4919±0,0046
3	Влажная поверхность	2	5,88	0,6414±0,0057	4,80	0,5236±0,0036
4	Влажная поверхность	5	5,925	0,6463±0,0057	4,83	0,5268±0,0045
5	Влажная поверхность	15	6,055	0,6605±0,0056	5,105	0,5568±0,0038
6	Влажная поверхность	30	6,615	0,7215±0,0067	5,61	0,6119±0,0052

Результаты экспериментального исследования показали, что в условиях влажного трения сила, необходимая для сдвига образца достигает величин почти в два раза больших, чем в условиях сухого трения (табл. 2, 6-я серия). Это объясняется тем, что влажный образец прилипает к соприкасающейся с ним поверхностью, и начинают превалировать силы адгезии, которые способствуют увеличению начального сопротивления сдвигу. Также силы трения в покое и силы трения в относительном движении увеличиваются с увеличением времени контактирования исследуемого образца с резиной или с металлической поверхностью [5]. При подъеме рабочей среды вверх при вращении вала дебалансного вибровозбудителя против часовой стрелки, скорость движения снижается на 30%, что приводит к зависанию деталей во вращающейся точке вплоть до 30 секунд и более.

Из результатов экспериментальных исследований также видно, что силы трения в покое и силы трения в относительном движении при контакте поверхностей двух образцов в условиях трения по влажной поверхности в 1,5 раза больше, чем в условиях сухого трения. Для ликвидации проблемы налипания обрабатываемых деталей на стенки контейнера на сегодняшний день существуют следующие решения, а именно изменение футеровки стенок контейнера, представление ее в качестве череды выступов и впадин, применение абразивного наполнителя для футеровки, изменение места расположения вибровозбудителя относительно контейнера [1, 7, 8]. В то же время проблема слипания деталей друг с другом на сегодняшний день не решена. Конструкторские приспособления для ликвидации слипания и для разъединения слипшихся в пакеты деталей практически отсутствуют, что приводит к ограничению применения вибрационной обработки для мелких плоских деталей.

**Выводы**

1. В условиях влажного трения сила, необходимая для сдвига образца достигает величин почти в два раза больших, чем в условиях сухого трения.
2. Силы трения в покое и силы трения в относительном движении увеличиваются с увеличением

времєни контактирования исследуемого образца с поверхностью стенок контейнера.

3. Сили трєния при контакте поверхностей двух образцов в условиях влажного трєния в 1,5 раза больше, чем в условиях сухого трєния.

#### Литература

1. Мелконов Г.Л. Расширение технологических возможностей вибрационной обработки деталей «в навал» / Г.Л. Мелконов, Е.В. Нечай, А.В. Романченко // Восточно-Європейський журнал передових технологій. – Харьков, 2008. – №4/1(34). – С.15-18.
2. Калмыков М.А. Экономическая целесообразность применения вибрационной обработки для снятия заусенцев / М.А. Калмыков, Г.Л. Мелконов, Е.В. Нечай // Вібрації в техніці та технологіях. – Вінниця, 2008. – №3(52). – С.45-50.
3. Калмыков М.А. Метод выбора математического аппарата, применяемого для описания процесса вибрационной

обработки / М.А. Калмыков, Г.Л. Мелконов // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук, 2009. – 2/2009 (55) Ч.1 – С. 53-55.

4. Зєнков Р.Л. Механика насыпных грузов / Р.Л. Зєнков. – М.: Машиностроение, 1964. – 248 с.
5. Крагельский И.В. Основы расчетов на трєние и износ / Крагельский И.В., Добычин М.Н., Комбалов И.Н. – М.: Машиностроение, 1977. – 526 с.
6. Бабичев А.П. Физико-технологические основы методов обработки: учебное пособие для вузов / Бабичев А.П. – Ростов н/Д: «Феникс», 2006. – 410с.
7. Застосування вібраційної обробки для підвищення якості виробів / [Носко П.Л., Калмыков М.О., Ніколаєнко А.П., Лубєнська Л.М.]. – Луганськ: Вид-во «Ноулідж», 2009. – 292 с.
8. Денисов П. Д. Анализ конструкций вибрационных машин непрерывного действия // Вібрації в техніці и технологіях. – 1995. – № 1 (2). – С. 3-7.

*У статті розглянуті питання розрахунку ударного навантаження, що виникає при найзді вантажопідйомного крана на тупиковий упор, надається оцінка цьому навантаженню та наводяться вихідні дані, необхідні для розрахунку буферних пристроїв*

*Ключові слова: вантажопідйомний кран, буферний пристрій, тупиковий упор, ударне навантаження, вихідні дані, розрахунок*

*В статье рассмотрены вопросы расчета ударной нагрузки, которая возникает при наезде грузоподъемного крана на тупиковый упор, дается оценка этой нагрузке и приводятся исходные данные, необходимые для расчета буферных устройств*

*Ключевые слова: грузоподъемный кран, буферное устройство, тупиковый упор, ударная нагрузка, исходные данные, расчет*

*In the article the questions of the calculation of impact load that appears when hoisting crane runs over stop are considered, the evaluation of this load is given and the necessary raw data for calculation of buffers are given*

*Key words: hoisting crane, buffer, stop, impact load, raw data, calculation*

УДК 621.873

# ІНЖЕНЕРНА МЕТОДИКА ОБЧИСЛЕННЯ УДАРНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ВАНТАЖОПІДЙОМНИХ КРАНІВ У РОЗРАХУНКАХ БУФЕРНИХ ПРИСТРОЇВ

**І.І. Ісьєміні**

Аспірант, асистент

Кафедра металорізального обладнання та транспортних систем

Українська інженерно-педагогічна академія  
вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003

Контактний тел.: 733-78-18

## 1. Вступ

Відповідно до п. 4.1125, 4.11.28 Правил [1] вантажопідйомні крани, які пересуваються рейковим шляхом,

повинні бути обладнані буферними та тупиковими пристроями, які є елементами захисної системи кранів у кінцевих ділянках шляху. При цьому тупикові упори повинні бути «розраховані на найбільше можливе