

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14564353>

ЗУБЬЯ КОВША ЭКСКАВАТОРА МЕТОДОЛОГИЯ СЪЕДОБНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ

Зульфикоров Достонбек

Ассистент, Андижанский машиностроительный институт,

Андижан, Узбекистан

zdostonbek94@gmail.com

По данным литературы существуют следующие основные схемы испытаний на абразивный износ:

- 1) износ вследствие трения о твердые абразивные частицы;
- 2) износ вследствие трения абразивной массы;
- 3) ударно-абразивный износ;
- 4) газоабразивная коррозия;
- 5) гидроабразивная коррозия.

Процессы микрорезания, характерные для условий работы зубьев ковша экскаватора, повторяют путем проведения испытаний шлифовальной шкуркой или точильным камнем по схеме 1. В литературе существует множество методов анализа питания, как указано в обзоре литературы [1, 2, 3, 4, 5]. Они различаются кинематическими схемами испытательных устройств и параметрами питания. На рис. 2.1 показана схема устройства, которое можно использовать для испытаний на трение с твердым абразивом.

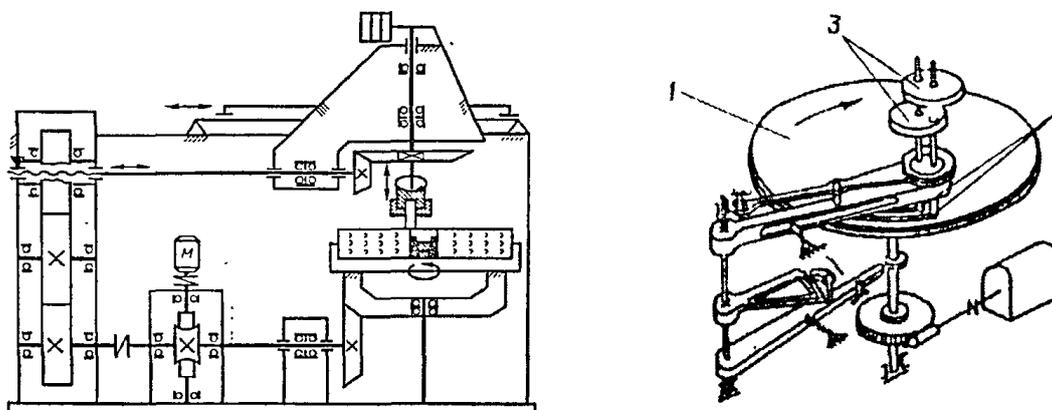


Рисунок 1. Схема устройства для испытания на износ при трении об абразив: а - со шлифовальным камнем [1]; б – с пергаментной бумагой [7].

Методически оптимальным считается испытание на фрикционный износ на наждачной бумаге по ГОСТ 17367-71 [6]. Данное устройство реализовано на станке Х4-Б, разработанном в Государственном научно-исследовательском институте машиностроения под руководством М.М.Хрущева. На рисунке 2 представлена его схема [6, 7, 8, 9, 10, 11, 12].

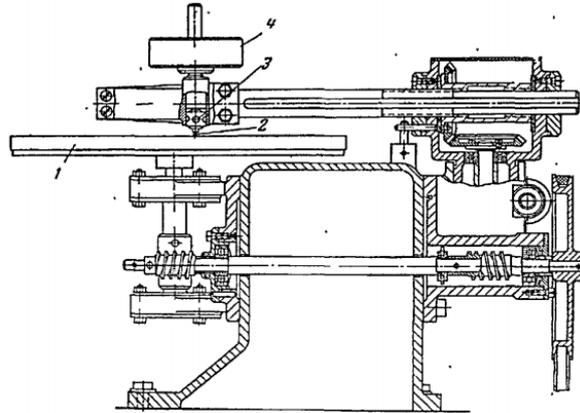


Рисунок 2. Схема машины Х4-В

плоском вращающемся диске 1 установлена наждачная бумага зернистостью 180 (размер зерен абразива 63-84 мкм). Цилиндрический образец 2 помещается в держатель 3 и под нагрузкой 4 его поверхность касается ролика, а диск вращается в радиальном направлении. Путь трения движется подобно спирали Архимеда. Это обеспечивает постоянное трение бумаги на новом месте [13, 14, 15, 16, 17, 18, 19].

При испытании металлических материалов нормальными считаются следующие условия испытаний:

1. Диаметр образца – 2 мм. Это позволяет создать достаточный уровень определенного давления в течение экспериментального периода, а также минимизировать период внедрения.

2. Нагрузка – 2,94 Н (для образца диаметром 2 мм это соответствует удельной нагрузке 0,936 МПа).

3. Абразивная корродирующая поверхность - корундовая наждачная бумага обеспечивает независимость результата испытания от соотношения твердостей абразива и металла (зона III на рис. 5).

4. Поверхность пергаментной бумаги, помещенной на диск, разделена на 10 зон; в каждой зоне образец проходит расстояние 3 м. В 5 из этих 10 зон тестируется исследуемый образец (одна капля), а в остальных 5 зонах тестируется стандартный образец.

5. Путь трения испытываемого стандартного образца составляет 15 метров на

лист и 30 метров при испытании на двух рулонах бумаги в общей сложности [20, 21, 22, 23].

Результат испытания на абразивный износ на станке Х4-В обычно выражается как относительная износостойкость.

$$\varepsilon = \frac{\Delta G_{\varepsilon}}{\Delta G_m}$$

где: ΔG_{ε} - объемная потеря эталонной массы;

ΔG_m – потеря объема испытуемого образца.

При определении коррозии по потере объема, если диаметры образцов испытуемого материала и эталонного образца неодинаковы, полученные результаты не обязательно относятся к одной и той же удельной нагрузке.

По результатам испытаний машины Х4-В собрана очень большая база данных о различных материалах, в том числе о коррозионностойких сплавах для покрытий сварных швов [27]. Стандартные условия испытаний позволяют корректно сравнить вновь полученные результаты с ранее известными. Недостатком данного метода испытаний является требование подготовки образца малого диаметра, что затрудняет изготовление образца из труднообрабатываемых материалов (коррозионностойкие сплавы для покрытий сварных швов, сталь 110Г13Л, МАК). Образец малого диаметра по условиям эксплуатации приближается к показателю и не моделирует поверхность изнашивания натуральных деталей с большой площадью воздействия [24, 25, 26, 28].

Влияние кромок (расколов по кромкам) на распределение информации при коррозии хрупких сплавов также велико из-за различия напряженного состояния по краям и в центре образца. При увеличении диаметра образцов время испытания увеличится и увеличится нагрузка на образец, ограниченная прочностью ткани или бумаги.

Несмотря на то, что испытания на машине Х4-Б проводились в режиме микрорезания, они не позволили адекватно смоделировать процессы, присущие ударным нагрузкам при работе зубьев ковша экскаватора.

Данной ситуации в определенной степени можно достичь, используя устройство УЛ-АМ (рис. 3). Это обеспечивает съедание образца 15 при ударе о каменный блок 16 с одновременным скольжением при вращении. Шпиндель 13 с грузом 14 и при вращении образец поднимается по неподвижному толкателю 9 и падает с высоты 100 мм. Недостатком этого метода испытаний является то, что скорость износа при скольжении явно не заметна.

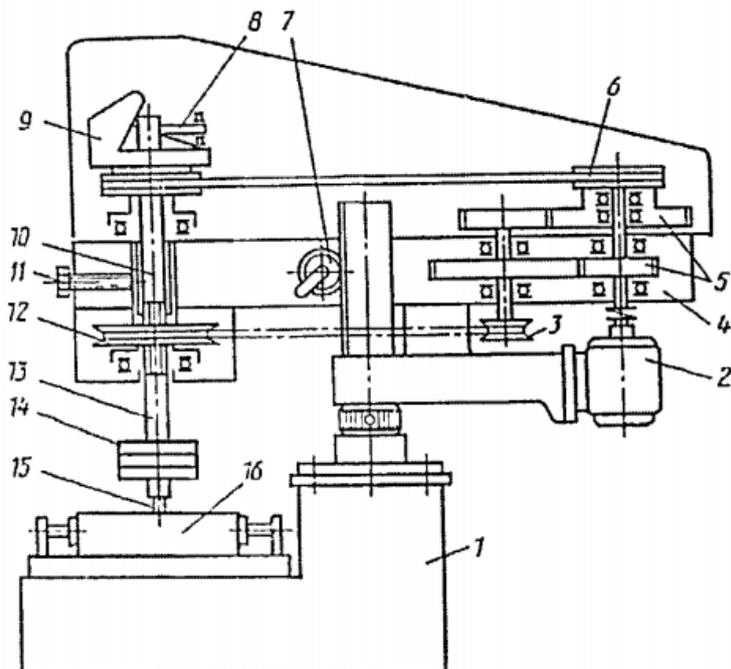


Рисунок 3. Схема устройства У-1-АМ для испытания образца ударом его по абразивному монолиту.

Вышеупомянутые методы не предполагают энергетического анализа процесса питания, который в любом случае осуществляется в соответствии с основными законами природы и, в частности, законом сохранения энергии. Чтобы отделить от монолитной части какие-то микро- или макрообъемы, необходимо затратить энергию, необходимую для создания как минимум двух новых поверхностей, соответствующих площади. Изменение внутренней энергии корродирующего материала равно энергии новых поверхностей, образующихся при разложении, и энергии, запасенной в металле в виде скрытой энергии деформации и фазовых переходов при взаимодействии с корродирующей средой. При этом разрываются межатомные связи, одна часть кристаллической решетки отделяется от другой, образуются новые поверхности. Энергетический подход к процессу абразивной коррозии, использованный в литературе [29] и развитый в последующих работах В.С.Попова, в частности, позволяет объяснить увеличение относительной коррозионной стойкости ϵ стали X 12 Ф 1 при снижении твердости от 8 до 5 ГПа (рис. 4). Максимальная коррозионная стойкость соответствует наличию микроструктуры метастабильного аустенита, полученного отпуском при температуре 1170°C, которая эффективно поглощает энергию, передаваемую сплаву абразивными частицами за счет мартенситных изменений, образования и перераспределения внутренних сжимающих напряжений [30, 32, 33, 34, 35].

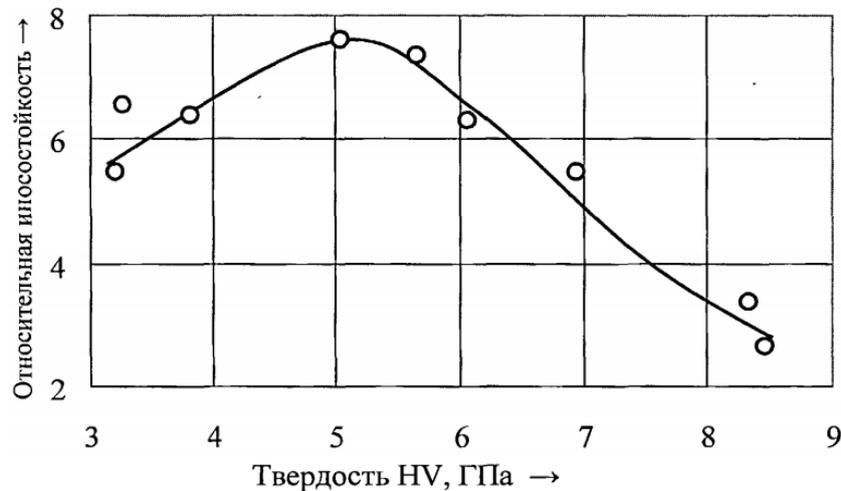


Рисунок 4. Зависимость относительной коррозионной стойкости от твердости мартенситно-аустенитной стали X 12 Φ 1 [20]

Из приведенного примера следует, что объективным критерием износостойкости является способность поглощать энергию при абразивном изнашивании, а не твердость и другие механические свойства. Энергетической мерой коррозионной стойкости в условиях микродвига может быть работа сил микродвига на единицу массы, потерянной при коррозии.

При испытании на машине Х4-В эту работу можно оценить, одновременно записывая кривые касательной силы трения $P_r(t)$ и пути трения $S(t)$, действующих на образец, в зависимости от времени. График $P_{tr}(S)$ строится путем исключения переменной времени. Затем работа трения рассчитывается с

$$A_{тр} = \int_0^S P_r dS.$$

помощью графики или компьютерной интеграции.

Этот метод отличается сложностью оборудования. Определение работы еды носит косвенный характер, что значительно увеличивает распространение информации [36, 37, 38].

С помощью склерометрических методов можно оценить энергетические параметры процесса питания. В склерометрии индентор воздействует на исследуемый металл в нормальном и тангенциальном направлениях и создает условия, близкие к процессам деформации, возникающим при реальном трении. Метод склерометрии давно и широко применяется в трибологии. Среди первых исследователей этого метода — Д. Тейбор, В. Д. Кузнецов, И. В. Крагельский, Н. Н. Давиденков, М. М. Руцев, М. М. Тененбаум и другие. Этот метод имеет многоцелевой характер, поэтому в настоящее время используется во многих странах для решения масштабных задач.

Царапание по ГОСТ 16429-70 определяется как процесс образования впадин

на поверхности в направлении скольжения под воздействием выступов твердого тела или частиц. В зависимости от свойств материала и условий царапания (формы индентора и его направления относительно объекта) наблюдаются следующие виды царапин (согласно классификации, представленной в литературе [39, 40, 41, 42, 43]):

1-й тип – сдавливание и царапание; образуются путем пластической деформации материала без разделения частиц. Характерной особенностью является наличие выступов высотой Δh пластически деформированного металла по царапанным кромкам перед разрушением (рис. 2.5).

Относительная высота набухания $\eta = \Delta h/h$ может служить критерием способности к пластическому деформированию [44]. В обзоре литературы [45] таким критерием является соотношение $\eta = b/b_0$, где b и b_0 — ширины царапин, измеренные по размерам высоты и на уровне поверхности образца.

2-й тип – царапины; он образуется в процессе отделения черепков при микрорезке. В связи с тем, что шлаковый материал в результате переноса потерял пластичность, его твердость находится на максимальном уровне. Внешние отличительные особенности – практически полное отсутствие заусенцев по процарапанным краям.

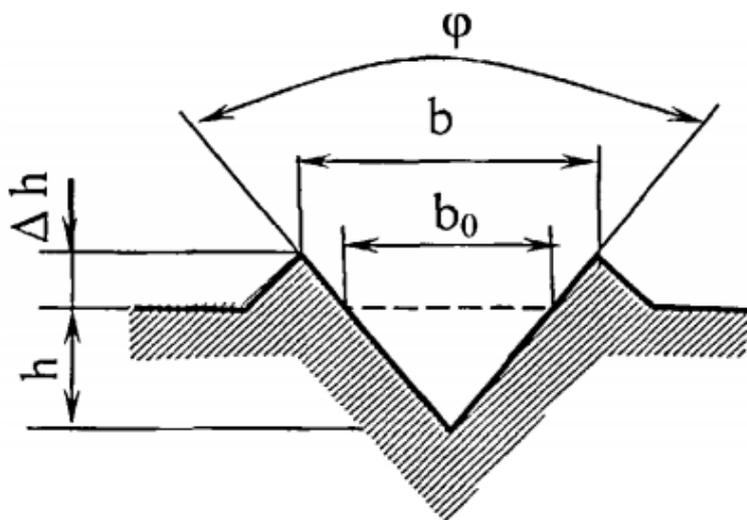


Рисунок 5. Скретч-параметры типа 1

Тип 3 – ломкий и царапанный; Он образуется путем смещения без пластической деформации вследствие охрупчивания. Отличительные особенности – неровные края царапины и наличие микротрещин. Влияние формы индентора на тип царапины исследовалось в [46] путем царапания индентором Бирбаума в форме верхней грани алмазного куба (рис. 6).

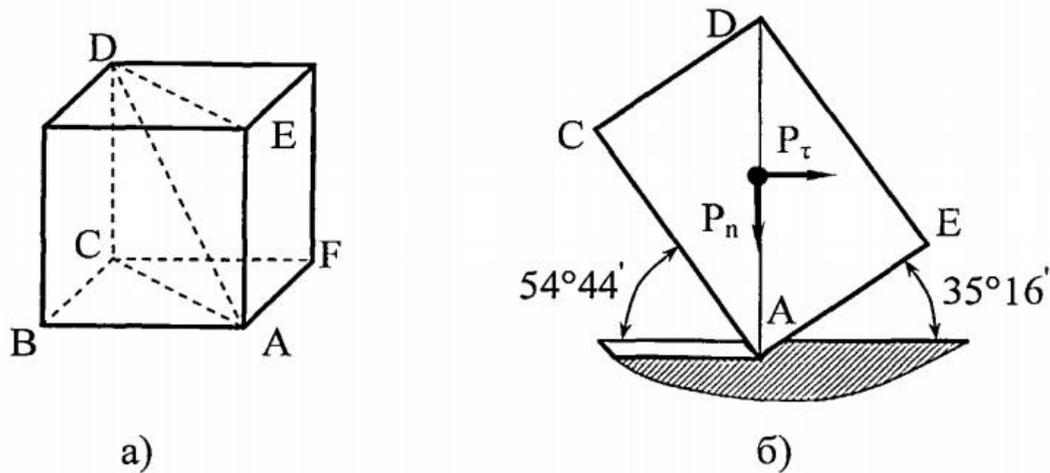


Рисунок 6. Схема испытаний по методу Бирбаума.

а - геометрические элементы индентора; б — схема царапания, диагональ куба AD нормальна к исследуемой поверхности, а плоскость ACDE ориентирована в направлении царапания.

К индентору прикладывают нормальную нагрузку P_n и тангенциальную нагрузку P_t . Исследования показали, что при процарапывании вперед края AE Куба (рис. 5,б) образуется царапина 1-го типа, а при процарапывании вперед края ABCF - царапина 2-го типа. В последнем случае удаление шлака наблюдается резцом с отрицательным углом резания $\gamma = 35^\circ 16'$. Ширина царапины b (рис. 5) связана с нормальной нагрузкой

$$b^2 = aP_m^n,$$

где a — константа, зависящая от испытываемого материала;

$n = 1,262$ при чесании передним ребром;

$n = 1$, когда грань куба процарапана ребром,

Тот факт, что число твердости в момент царапания с удалением шлака, как и на кромке, является показателем относительного отсутствия сопротивления материала не с началом пластической деформации, а с окончанием ресурсной пластичности. [8] определено в Поэтому число твердости, пропорциональное R_q/b^2 при удалении мусора, не зависит от степени наклепа и соответствует относительной коррозионной стойкости, определенной на станке X4-B. При процарапывании края вперед и прижатии пирамидки показатели твердости зависят от степени уплотнения работы (рис. 7).

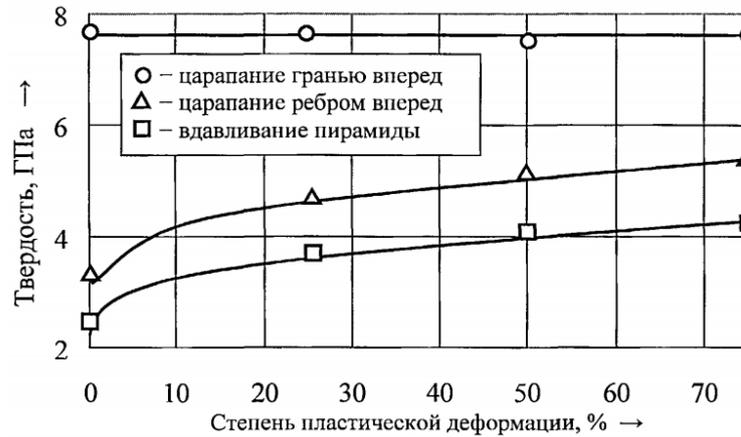


Рисунок 2.7. Влияние твердости на пластическую деформацию при царапании.

Склерометрические исследования алмазным индентором проводятся в основном на микроуровне с небольшими нормальными нагрузками. Они позволяют получить информацию о движении отдельных фаз в микроструктуре при абразивном воздействии [2]. Основной показатель (ширина царапины) очень чувствителен к степени шероховатости поверхности и неоднородности микроструктуры. Для оценки поведения гетерогенного сплава в условиях взаимной работы фаз при микросдвиге или пластической деформации необходимо увеличить нормальную нагрузку, пропорциональную площади роста царапины, и увеличить длину зоны действия индентора. В связи с этим представляется естественной замена алмазного индентора твердосплавным резцом. Такая возможность представлена в [47]. С практической точки зрения их использование позволяет быстрее изменять геометрические свойства инденторов и, следовательно, свойства воздействия на исследуемый материал. Изменяя твердость материала фрезы, можно имитировать процесс изнашивания абразивом меньшей твердости, чем корунд. Испытания на царапины твердосплавных фрез с разными углами резания γ были проведены в [8]. Эскизы фрез показаны на рисунке 8.

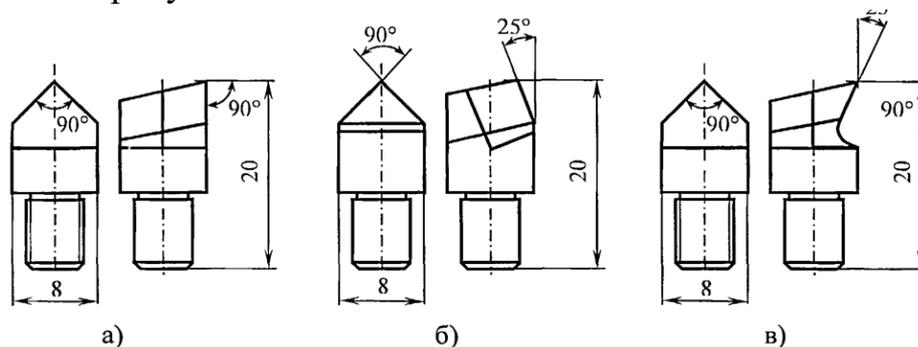


Рисунок 8. Эскизы фрез.

$$a - \gamma = 0^\circ; \text{ б} - \gamma = -25^\circ; \text{ в} - \gamma = +25^\circ$$

Испытания проводились царапаньем при постоянной нормальной нагрузке P_n . Измеряли ширину царапины b . Тангенциальная сила P регистрируется на самописце. Испытуемая поверхность полируется для уменьшения влияния шероховатости на значение P . Результаты испытаний показаны на рисунке 9.



Рисунок 9. Зависимость прочности и ширины царапины от угла переднего резания.

[48], является то, что при микрорезании независимо от угла царапины квадрат ширины царапины прямо пропорционален царапине:

$$P_\tau = C b^2, \quad (2.1)$$

где $C = \text{const}$ $-25^\circ \leq \gamma \leq 25^\circ$

В [7] указано, что соотношение P_τ / b^2 имеет физический смысл удельной работы трения. Если числитель и знаменатель умножить на путь трения, получим следующее

$$A_\mu = P_\tau S / F_{ts} S = P_\tau S / V_{ts}, \quad (2.2)$$

где F_{ts} и V_{ts} — площадь поперечного сечения и объем царапины.

Практическое использование выражения (2) для определения удельной работы микрорезания весьма затруднено по следующим причинам:

величина изменения P_τ и F_{ts} на участке S даже при тщательной подготовке поверхности. Их описание носит характер тонкого физического опыта и требует соответствующего материального обеспечения, методической проработки и тщательного, высококвалифицированного выполнения.

- косвенное определение работы существенно увеличивает разброс экспериментальных данных.

Разброс данных можно уменьшить, определив непосредственно работу микродвигателя как разность потенциальных энергий ударника маятникового склерометра до и после удаления шлама резцом, установленным на пуансоне. Аналогичные измерения на микроуровне для царапин, полученных треугольной алмазной пирамидкой, были проведены в [49] на маятниковом склерометре СТ - 4. Царапины были сделаны на передней грани пирамиды. Угол между лицевой поверхностью и высотой пирамиды (угол переднего резания γ) равен -65° , угол раскрытия царапины принят $\varphi=150^\circ$. При схожей геометрии и режущей кромке чаще возникают царапины I-типа. Его боковые поверхности имеют коническую форму.

По сравнению с радиусом r дуги окружности, описанной на конце сечения с малой длиной l , размер отверстия для пирамиды, используемой в склерометре СТ -4, равен [50].

$$V_u = \frac{\lambda^5}{32r^2} \quad (2.3)$$

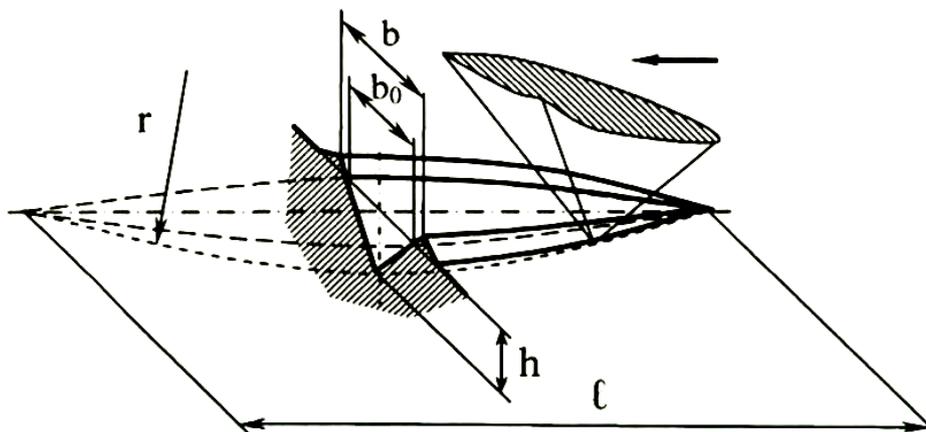


Рисунок 10. Поцарапанный рисунок ямы.

Для достижения сопоставимых результатов следует стремиться к стандартной длине отпечатка 1,6 мм, чего, в свою очередь, трудно достичь. Согласно формуле (2.3) отклонение длины отверстия на 0,1 мм приводит к изменению объема в 1,4 раза. С целью повышения достоверности данных о точной работе микрореза, снижения чистоты обработки образцов и геометрической погрешности измерения возможно получение царапин II рода, изменив методику испытаний в маятниковом склерометре на увеличение размера царапину и путем изменения параметров [51, 52, 53, 54, 55].

ЛИТЕРАТУРА

1. Хожиматов, А. А., & Мухаммадисаков, А. И. (2023). Общая характеристика коррозионно-активных сельскохозяйственных сред. *Scientific Impulse*, 1(8), 1014-1021.
2. Хожиматов А. Innovatsion gultuvak //Talqin va tadqiqotlar. – 2023. – Т. 1. – №. 20.
3. Хожиматов А. А. et al. Qishloq xojalik texnikalari metal qismlariga agressiv muhitning ta'siri //international conferences. – 2023. – Т. 1. – №. 2. – С. 496-503.
4. Хожиматов А. А., Мамажонов З. А. Mavsumiy qishloq xo 'jalik texnikalarini ishlatish va saqlash shartlarining texnika sifatiga ta'siri //Educational Research in Universal Sciences. – 2023. – Т. 2. – №. 1. – С. 40-45.
5. Hozhimatov A. Analysis of destruction and protection of details of agricultural machinery //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 383. – С. 04064.
6. Беккулов Б. Р., Ибрагимжанов Б. С., Рахмонкулов Т. Б. ПЕРЕДВИЖНОЕ СУЩИЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЗЕРНИСТЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ //Современные тенденции развития аграрного комплекса. – 2016. – С. 1282-1284.
7. Ибрагимджанов Б. Х., РЕКОМЕНДАЦИЙ П. ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ СПОСОБАМИ ПЛАЗМЕННОЙ НАПЛАВКИ И НАПЫЛЕНИЯ //JOURNAL OF INNOVATIONS IN SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL RESEARCH. – 2023. – Т. 2. – №. 16. – С. 184-193.
8. Беккулов Б. Р., Ибрагимжанов Б. С., Тожибоев Б. М. Дон куритишининг замонавий курилмалари //Инновацион ривожланиш муаммолари: ишлаб чиккариш, таълим, илм-фан Вазирлик микёсидаги илмий-техникавий анжуман материаллари туплами.-Андижон: АндМИ. – 2017. – С. 381-385.
9. Ибрагимджанов Б. Х. и др. РОТОР ПЛАСТИКАЛАР ҲАРАКАТИНИ БАҲАРАДОРЛАШТИРИШ //ТА'ЛИМ ВА РИВОЖЛАНИШ ТАҲЛИЛИ ONLAYN ИЛМИЙ ЖУРНАЛИ. – 2023. – Т. 3. – №. 4. – С. 323-331.
10. Ибрагимжонов Б. Х., Иминов Б. И., ўғли Зулфиқоров Д. Р. УЗУМБОҒЛАР УЧУН КЎЧМА МЕХАНИК НАРВОНИГА ТАЪСИР ЭТУВЧИ КУЧЛАР ТАҲЛИЛИ //Educational Research in Universal Sciences. – 2023. – Т. 2. – №. 2. – С. 473-480.
11. YO'LDASHEV B., MUKHRIDDIN S. Experimental Assessment of Parameters Influencing Crack Development in Concrete Structures //Science Promotion. – 2023. – Т. 1. – №. 1. – С. 1-5.

- 12.Kiliánová K., Kočková P., Kostolányová K. BREAKING BOUNDARIES IN EDUCATION: THE AI (R) EVOLUTION IN THE WORLD OF GRAPHIC DESIGN //ICERI2024 Proceedings. – IATED, 2024. – С. 9286-9292.
- 13.Mamasalievna M. G. Enhancing Engineering Computer Graphics Education: A Focus on AutoCAD Program for Student Learning //Texas Journal of Engineering and Technology. – 2024. – Т. 30. – С. 26-28.
- 14.Satvoldievna U. D. CURRENT ISSUES OF TRAINING UNDER THE CREDIT-MODULAR SYSTEM //European Journal of Emerging Technology and Discoveries. – 2024. – Т. 2. – №. 4. – С. 119-124.
- 15.Solijonov K. et al. First record of *Hemiclepsis marginata* (OF Müller, 1773)(Hirudinida: Glossiphoniidae) from the Ferghana Valley, Uzbekistan //Ecologica Montenegrina. – 2024. – Т. 75. – С. 74-84
- 16.Dilfuza U. et al. OILAVIY POLKLINIKALAR HAMSHIRALARINING ISH JARAYONLARINI AVTOMATLASHTIRISH VA IDENTIFIKATSIYALASH //FAN, JAMIYAT VA INNOVATSIYALAR. – 2024. – Т. 1. – №. 7. – С. 46-49.
- 17.Umarova D. GRAFIK FANLARNI O‘RGANISHDA KOMPYUTER DASTURLARINI O‘QUV JARAYONIGA TATBIQ ETISH MUAMMOLARI //Conference on Digital Innovation: "Modern Problems and Solutions". – 2023.
- 18.Umarova D. S. Possibilities of the AutoCAD Program in Creating Electronic Textbooks for the Course" Engineering and Computer Graphics" //Texas Journal of Engineering and Technology. – 2023. – Т. 21. – С. 50-53.
- 19.Умарова Д. С. ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ //Universum: технические науки. – 2021. – №. 11-1 (92). – С. 38-40
- 20.UMAROVA, D. (2022). *Formation of creative creativity skills among students.* «НАУКА И ИННОВАЦИИ, ОБРАЗОВАНИЕ И ПЕДАГОГИКА: ВЫЗОВЫ ВРЕМЕНИ И КРЕАТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ».
- 21.UMAROVA, D. (2023). *BASIC DUTIES OF DIGITAL PRODUCTION.*
URL: <https://scienceweb.uz/publication/15891>
- 22.Джалилов М. Л., Хаджиева С. С., Иброхимова М. М. Общий анализ уравнения поперечного колебания двухслойной однородной вязкоупругой пластинки //International Journal of Student Research. – 2019. – №. 3. – С. 111-117.
- 23.Джалилов, М. Л., Хаджиева, С. С., & Алижонова, Х. (2024). КОЛЕБАНИЯ КУСОЧНО-ОДНОРОДНЫХ ДВУХСЛОЙНЫХ ПЛАСТИН. *Новости образования: исследование в XXI веке*, 2(20), 248-254.
- 24.Каюмов У. А., Хаджиева С. С. НЕКОТОРЫЕ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ПОРОШКОВЫХ СПЛАВОВ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ СПОСОБАМИ

ПЛАЗМЕННОЙ НАПЛАВКИ И НАПЫЛЕНИЯ //The 4th International scientific and practical conference “Science and education: problems, prospects and innovations”(December 29-31, 2020) CPN Publishing Group, Kyoto, Japan. 2020. 808 p. – 2020. – С. 330.

25. Khadjieva S. S. VIBRATIONS OF PIECE-HOMOGENEOUS PLATES //Educational Research in Universal Sciences. – 2023. – Т. 2. – №. 2. – С. 488-496.

26. Хаджиева С. С. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ВАЛОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ //Научный Фокус. – 2023. – Т. 1. – №. 7. – С. 446-453.

27. Хаджиева С. С. СОВРЕМЕННЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ //Научный Фокус. – 2023. – Т. 1. – №. 1. – С. 1574-1580.

28. Хаджиева С. С., Алижоновна Х. ВИДЫ ДЕФОРМАЦИЙ И ПРОЦЕСС ОБУЧЕНИЯ ИМ СТУДЕНТОВ //Новости образования: исследование в XXI веке. – 2023. – Т. 2. – №. 13. – С. 354-356.

29. АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗУБЬЕВ ЭКСКАВАТОРОВ З.Д. Рустамджон сын // ТВОРЧЕСКИЙ ЛЕКТОР. - 2023. - Т. 3. – нет. 34. - С. 179-182.

30. Ибрагимджонов Б. Х. , Иминов Б. Я. , сынок Зульфикаров Д. Р. ВИНОГРАДНИКИ ДЛЯ МОБИЛЬНЫЙ МЕХАНИК К ЛЕСТНИЦЕ ВЛИЯНИЕ ПЕРЕДАТЧИК ПОЛНОМОЧИЯ АНАЛИЗ //Образовательные исследования в области универсальных наук. - 2023. - Т. 2. – нет. 2. - С. 473-480.

31. Кадыров З., Зульфиков Д. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЗАПАРИВАНИЯ ПЕТУХА НА КАЧЕСТВО ШЕЛКА-СЫРЦА //Евразийский журнал академических исследований. - 2023. - Т. 3. – нет. 1 Часть 3. – С. 159-165.

32. Мамаджонов З. А., сын Зульфиков Д. Р. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ МОРКОВИ НА РЕЖУЩУЮ КРОМКУ // МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНФЕРЕНЦИИ . - 2023. - Т. 1. – нет. 2. - С. 476-481.

33. Хашимов Х.Х. и др. НА ОСНОВЕ РАБОТЫ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В НАШЕЙ РЕСПУБЛИКЕ ЭКСКАВАТОРОВ ПРОТИВ АБРАЗИВНОГО ПОЕДА ЗУБОВ СВИНЕЙ //Учебные исследования в области универсальных наук. - 2023. - Т. 2. – нет. 1 СПЕЦ. - С. 386-391.

34. Мамаджонов З.А. и др. АНАЛИЗ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗУБЬЕВ ЭКСКАВАТОРОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В НАШЕЙ РЕСПУБЛИКЕ //МЕЖДУНАРОДНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ. - 2023. - Т. 1. – нет. 2. - С. 482-487.

35. Рустамджон огле З.Д. МЕТОДИКА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЕРВИЧНОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ЗУБЬЕВ ЛОЖКИ ЭКСКАВАТОРА // Новости Образование : исследование в XXI веке . - 2024. - Т. 2. – нет. 20. - С. 255-262.

36. Жуманиязов К., Мардонов Б., Эркинов З., Парпиев Х. Определения закона движения шарика, регулирующего равномерное распределение крутки вдоль пряжи / Изв.ВУЗов. Технология легкой промышленности. – Санкт Петербург, 2016. -№3. С. 27-30.
37. Эркинов З., Парпиев Х., Мелибоев У., Азизов И. Устройство для кручения пряжи / Перспективные изобретения и полезные модели Республики Узбекистан. -ПВРУз. 2011г. -№2. С. 196-197.
38. Yusupova, R. K. (2023). Advantages and disadvantages of compact yarn devices on spinning machines. *Educational Research in Universal Sciences*, 2(2), 458-466.
39. Рузматов, Ш., Юсупова, Р. К. (2024). ДАЛЬНЕЙШЕЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КРУЧЕНОЙ НИТИ. *Новости образования: исследование в XXI веке*, 2(20), 292-299.
40. Юсупова, Р. К. (2023). СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КРУЧЕНОЙ НИТИ. *Научный Фокус*, 1(7), 507-516.
41. Юсупова, Р. К. (2023). УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСТРОЙСТВА КРУТИЛЬНОЙ МАШИНЫ. *JOURNAL OF INNOVATIONS IN SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL RESEARCH*, 6(3), 163-171.
42. Rano Y., Asadillo U., Go'Zaloy M. HEAT-CONDUCTING PROPERTIES OF POLYMERIC MATERIALS // *Universum: технические науки*. – 2021. – №. 2-4 (83). – С. 29-31.
43. Эрматов К. М. Обоснование параметров приспособления к хлопковой сеялке для укладки фоторазрушаемой пленки на посевах хлопчатника. Автореф. канд. дисс. Янгиюль, 1990. – 1990.
44. Эрматов К. М. Вращающий момент бобины с пленкой // *Высшая школа*. – 2017. – №. 1. – С. 117-118.
45. Шакиров Б.М., Абдухалилов О.А. Ё., Сирочов А.М. Ё. НАСОС СТАНЦИЯЛАРНИНГ СУВ ОЛИБ КЕЛУВЧИ КАНАЛИНИНГ ГИДРАВЛИК ҲИСОБИНИ БАЖАРИШ ВА ЧЎКИНДИЛАР БИЛАН КУРАШИШ (УЛУҒНОР НАСОС СТАНЦИЯСИ МИСОЛИДА) // *Academic research in educational sciences*. – 2022. – Т. 3. – №. 7. – С. 183-189.
46. Шакиров, Б., Эрматов, К., Абдухалилов О., & Шакиров, Б. (2023). ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ НАКАВИТАЦИОННЫЙ И ГИДРОАБРАЗИВНЫЙ ИЗНОС. *Scientific Impulse*, 1(5), 1737–1742. Retrieved from <http://nauchniyimpuls.ru/index.php/ni/article/view/3297>.
47. Kobuljon Mo'minovich, E. ., Bobur Mirzo, S. ., & Oltinoy, Q. . (2023). BOMBA KALORIMETR ISHLASH JARAYONI VA XISOBI. *Scientific Impulse*, 1(5), 1800–1804. Retrieved from <http://nauchniyimpuls.ru/index.php/ni/article/view/3320>.

48. Шакиров Б. М. и др. КОНСТРУКТИВНЫЕ РАЗРАБОТКИ ПО СНИЖЕНИЮ ИНТЕНСИВНОСТИ ИЗНОСА ДЕТАЛЕЙ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ //Educational Research in Universal Sciences. – 2023. – Т. 2. – №. 1. – С. 18-22.
49. o‘g‘li Shakirov B. M. B., qizi Shokirova N. M. THE CONCEPT OF “FAMILY” IN PHRASEOLOGY //Educational Research in Universal Sciences. – 2023. – Т. 2. – №. 1 SPECIAL. – С. 497-500.
50. Qayumov U. A., Qosimov K. Z. IKKI QAVATLI PNEVMATIK QURITISH USKUNASI MISOLIDA MAYIZ TAYYORLASH UCHUN UZUMNING URUG ‘SIZ NAVLARINI ZAMONAVIY USKUNALARIDA QURITISH TEXNOLOGIYASI TAHLILI //Евразийский журнал академических исследований. – 2023. – Т. 3. – №. 9. – С. 20-23.
51. Qosimov K., Bekkulov B., Qayumov U. DEVELOPMENT OF A MODERN PNEUMATIC DRYER AND PROSPECTS FOR ITS SOLAR-TYPE WORKING PRINCIPLE //JOURNAL OF INNOVATIONS IN SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL RESEARCH. – 2023. – Т. 6. – №. 3. – С. 200-205.
52. Qayumov U. PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF A MODERN PNEUMATIC DRYER OF SOLAR RADIATION TYPE AND THE PRINCIPLE OF ITS OPERATION //Open Access Repository. – 2022. – Т. 8. – №. 7. – С. 107-109.
53. Беккулов Б. Р., Атабаев К., Рахмонкулов Т. Б. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ШАЛЫ В СУШИЛЬНОМ БАРАБАНЕ //Бюллетень науки и практики. – 2022. – Т. 8. – №. 7. – С. 377-381.
54. Атабаев К., Мусабаев Б. М. ЗАДАЧА О РАСПРОСТРАНЕНИИ ВОЛН В БЛИЗИ РАСШИРЯЮЩЕЙСЯ ПОЛОСТИ ПРИ КАМУФЛЕТНОМ ВЗРЫВЕ //Научно-практические пути повышения экологической устойчивости и социально-экономическое обеспечение сельскохозяйственного производства. – 2017. – С. 1150-1153.
55. Беккулов Б. Р., Собиров Х. А., Рахманкулов Т. Б. РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МОБИЛЬНОГО УСТРОЙСТВО ДЛЯ СУШКИ ШАЛА //Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы. – 2020. – С. 429-438.