УДК 621.941.25 URL: https://ptsj.bmstu.ru/catalog/menms/tempp/1130.html

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕМОНТНОГО ДИАМЕТРА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ХОДОВОГО ВИНТА ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНОГО СТАНКА

Д.А. Землякова dasazemlakova@mail.ru
SPIN-код: 3992-7615

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация

В статье проанализированы технические и геометрические параметры ходовых винтов токарно-винторезных станков, обоснована критическая важность их точности для качества нарезаемых резьб и рассмотрены последствия износа. В качестве наиболее эффективного метода восстановления предложено применять нарезание резьбы ремонтного размера, которое позволяет сохранить механические свойства материала и является технологически простым. Главное ограничение данного метода — допустимое уменьшение наружного диаметра винта (не более 10 %). Внедрение метода восстановления по ремонтному размеру позволяет рационально использовать ресурс оборудования, сократить экономические затраты и время простоя станков по сравнению с полной заменой пары «винт — гайка».

Ключевые слова: ходовой винт, трапецеидальная резьба, износ, ремонтный размер, токарно-винторезный станок

Введение. Ходовой винт служит важным конструктивным элементом токарно-винторезного станка. От точности ходового винта зависит точность нарезания резьбы: вращение шпинделя станка, на котором закреплена заготовка, через систему зубчатых колес гитары и коробки подач синхронизировано с вращением ходового винта. Последний приводит в движение гайку суппорта, заставляя резьбовой резец перемещаться вдоль оси заготовки со строго определенной скоростью подачи. Таким образом, точность шага нарезаемой на заготовке резьбы напрямую и однозначно определяется точностью шага ходового винта.

Ходовые винты классифицируют по ряду признаков [1]:

– по профилю резьбы (трапецеидальная, упорная, прямоугольная);

– по направлению (правые, левые);

– по числу заходов (однозаходные, многозаходные).

Трапецеидальная резьба, регламентированная ГОСТ 9484–81 «Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба трапецеидальная. Профили», является наиболее распространенной для ходовых винтов благодаря оптимальному сочетанию прочности, технологичности изготовления и возможности компенса-

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2026 ISSN 2541-8009

ции износа благодаря применению регулируемых или разрезных гаек [2, 3]. Ключевые параметры трапецеидальной резьбы включают (ГОСТ 24738–81. Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба трапецеидальная однозаходная. Диаметры и шаги):

– наружный диаметр d;

– средний диаметр d_2;

– внутренний диаметр d_1;

– шаг P;

– угол профиля $\alpha = 30°$.

Износ резьбы ходового винта — процесс неизбежный [4]. В процессе работы центральная часть ходового винта (а также часть, наиболее близкая к шпинделю) изнашивается интенсивнее, по этой причине резьбовой профиль неравномерно изнашивается по длине ходового винта (рис. 1), из-за чего возникают осевой люфт и погрешность нарезаемой резьбы.

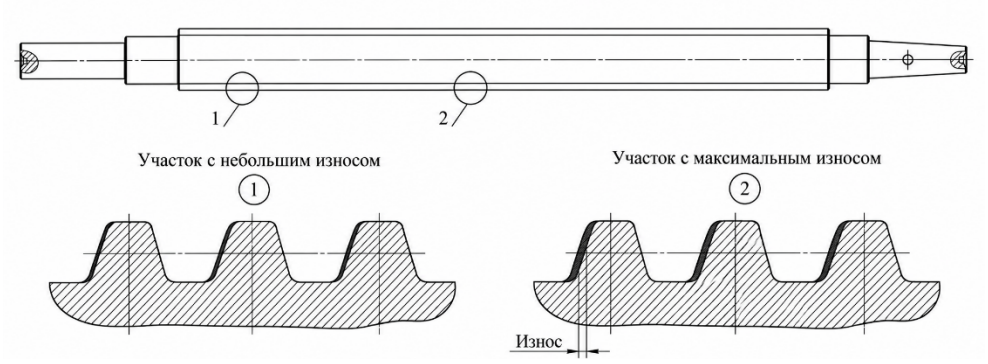


Рис. 1. Результат изнашивания резьбы ходового винта:
в центральной части износ резьбового профиля более выражен

Износ резьбы ходового винта приводит к ряду негативных последствий [5, 6]:

– ухудшению качества нарезаемой резьбы: появление погрешности шага, «рваной» поверхности резьбы;

– возникновению осевого люфта (мертвого хода): свободный ход рукояток управления, запаздывание реакции суппорта на команду, что делает невозможной точную обработку;

– повышенному шуму и вибрации при работе станка;

– снижению производительности вследствие необходимости более частых регулировок;

 © МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2026

– увеличению объема бракованной продукции.

Цель исследования — установить взаимосвязь между износом ходового винта и ремонтным диаметром для восстановления трапецеидальной резьбы.

Материалы и методы. Поддержание резьбы ходового винта в работоспособном состоянии — задача первостепенной важности для обеспечения точности и производительности токарно-винторезных станков.

Для восстановления резьбовых поверхностей ходовых винтов применяют ряд методов, среди которых наплавка с последующей механической обработкой, электроконтактная приварка проволоки, замена изношенной части путем ее отрезания и приваривания на ее место участка с резьбой номинального размера, а также метод восстановления в ремонтный размер [7].

Нарезание резьбы ремонтного размера происходит следующим образом. Ходовой винт после рихтовки протачивают по наружному диаметру резьбы и нарезают новую трапецеидальную резьбу с тем же номинальным шагом и углом профиля, но с уменьшенными диаметральными размерами. Для компенсации радиального зазора, возникшего из-за уменьшения диаметра резьбы ходового винта, изготовляют новую гайку с соответствующим ремонтным размером. Изготовление гайки экономически более выгодно по сравнению с изготовлением ходового винта, который значительно больше гайки по габаритам и не имеет конструктивной возможности для осевой компенсации зазора.

На металлообрабатывающих предприятиях часто игнорируют методы восстановления работоспособности ходовых винтов, предпочитая утилизировать ходовой винт вместе с гайкой и закупить новую пару. При таком подходе часть ресурса винта не используется, что влечет нерациональное использование оборудования и неоправданно увеличенные затраты на закупку комплектующих комплектов «винт — гайка».

Преимуществами метода восстановления резьбового профиля ходового винта путем нарезания резьбы ремонтного размера являются [8, 9]:

– технологическая простота и доступность: не требует сложного специализированного оборудования для наплавки (сварочных аппаратов, печей для термообработки). Все операции (токарная, резьбошлифовальная) могут быть выполнены на имеющемся станочном парке;

– сохранение механических свойств материала: отсутствие термического воздействия (как при наплавке) исключает риск отпуска, обезуглероживания, коробления и возникновения остаточных напряжений в материале винта;

– высокая точность и соответствие стандартам: позволяет обеспечить геометрию профиля, шаг и шероховатость, строго соответствующие требованиям ГОСТ;

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2026 ISSN 2541-8009

– предсказуемость результата: процесс легко контролируем и воспроизводим.

Главное ограничение метода заключается в том, что уменьшение диаметра винта ослабляет его сечение. Согласно технической литературе и отраслевой практике, наружный диаметр ходового винта можно уменьшать не более чем на 10 % номинального [10].

При расчете ремонтного размера следует учитывать максимальный износ резьбового профиля ходового винта. Наиболее негативно влияет на износ осевой люфт, возникающий в результате износа резьбы ходового винта.

Один из методов контроля точности кинематической цепи «шпиндель — ходовой винт» представлен в ГОСТ 18097–2024 «Станки токарно-винторезные и токарные. Основные размеры. Нормы точности», в котором использованы контрольная пара «винт — гайка» или контрольный винт с шагом, возможно близким к шагу ходового винта. Общие требования к испытаниям металлорежущих станков на точность установлены ГОСТ 8–82 «Станки металлорежущие. Общие требования к испытаниям на точность».

Для оперативной оценки состояния изношенности ходового винта токарно-винторезного станка достаточно использовать магнитную стойку и индикатор часового типа с ценой деления не грубее 0,01 мм.

Для оперативного измерения осевого люфта токарно-винторезный станок переключают в режим нарезания резьбы. Магнитную стойку устанавливают на неподвижную часть станка (станину, переднюю бабку), а измерительный наконечник упирают в торцевую поверхность продольного суппорта, обнулив значение на индикаторе. После установки измерительного прибора совершают продольное перемещение суппорта по лимбу с последующим возвращением в начальное положение и фиксируют показание на индикаторе. Если осевой люфт отсутствует, то стрелка индикатора вернется в положение «0». При наличии осевого люфта стрелка индикатора покажет его числовое значение (рис. 2). Измерения необходимо проводить в нескольких точках по всей длине винта в направлении как к шпинделю, так и от него, чтобы определить место наибольшего износа и максимальный осевой люфт.

Обсуждение. Значение ремонтного размера для ходового винта не регламентировано нормативно-технической документацией и требует индивидуального расчета для каждого конкретного случая.

Выявив наиболее изношенный участок резьбового профиля ходового винта, необходимо рассчитать ремонтный размер. Ремонтный размер получают путем снятия слоя материала по всей длине ходового винта, толщина срезаемого слоя должна обеспечить полное удаление всех накопленных дефектов.

ISSN 2541-8009 © МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2026

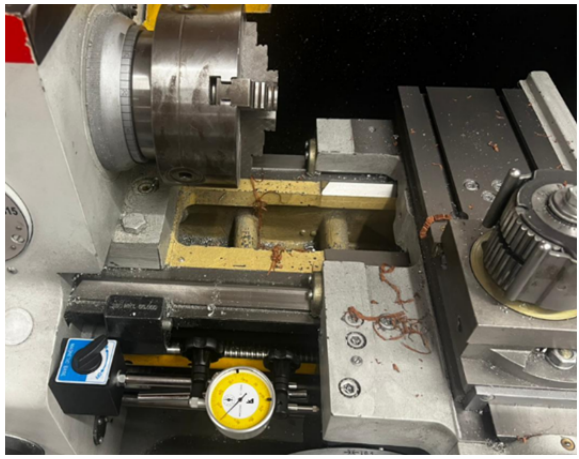


Рис. 2. Измерение осевого люфта с помощью индикатора часового типа и магнитной стойки

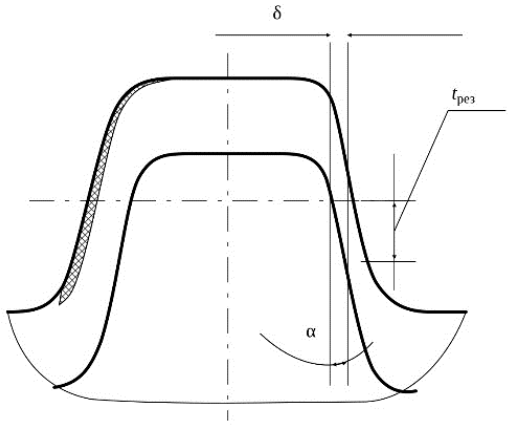


Рис. 3. Схема восстановления резьбы

Общая схема восстановления трапецеидальной резьбы представлена на рис. 3. Согласно схеме (см. рис. 3), расчет толщины удаляемого слоя можно выполнять по формуле

$$t_{рез} = \frac{\delta}{\mathrm{tg}\alpha},$$

где $t_{рез}$ — толщина удаляемого слоя, мм; δ — максимальное значение осевого люфта, полученное при измерении, мм; α — угол наклона резьбы, рад.

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2026 ISSN 2541-8009

Соответственно, наружный диаметр восстановленной резьбы можно рассчитать как

$$d_{\text{рем}} = d - 2t_{\text{рез}},$$

где $d_{\text{рем}}$ — наружный диаметр восстановленной резьбы, мм; d — номинальный наружный диаметр винта, мм.

Выводы. По результатам исследования можно сделать следующие выводы.

1. После ремонта необходимо проверить полученное сечение на прочность.

2. Внедрение технологии восстановления работоспособности в рабочий процесс позволяет рационально использовать все элементы и комплектующие токарно-винторезных станков, уменьшая расход ходовых винтов и повышая эффективность использования ресурсов предприятия, что, в свою очередь, способствует сокращению экономических затрат и времени простоя оборудования.

Литература

[1] Бруштейн Б.Е., Дементьев В.И. *Токарное дело*. Москва, Высшая школа, 1967, 448 с.

[2] Мартыненко В.А., Грядунов В.А. *Детали машин. Раздел «Винтовые передачи»*. Днепропетровск, НМетАУ, 2009, 44 с.

[3] *Нормали станкостроения*. Экспериментальный научно-исследовательский институт металлорежущих станков. Москва, ЦБТИ, 1958, 319 с.

[4] *Износ, ходовой винт. Большая энциклопедия Нефти и Газа*. URL: https://www.ngpedia.ru/id53087p1.html (дата обращения 01.04.2026).

[5] *Восстановление винтовых пар*. StudFiles. URL: https://studfile.net/preview/9187418/page:12/ (дата обращения 01.04.2026).

[6] *Ремонт сложных деталей и узлов*. ФГИС ТП. URL: https://fgis-tp.ru/remont-slozhnyx-detalej-i-uzlov/ (дата обращения 01.04.2026).

[7] Михневич В.Н. *Опыт токаря-ремонтника*. URL: https://stanok-rf.ru/media/uploads/михневич_в.н._опыт_токаря-ремонтника.pdf (дата обращения 01.04.2026).

[8] *Ремонт токарно-винторезного станка 16К20*. URL: https://stanok-park.ru/upload/iblock/e7b/kxwknriwi44ncdjrsyky2cpy4hgv5sno/remont_16k20_2.pdf (дата обращения 01.04.2026).

[9] Бахвалов В.А. *Процессы обработки заготовок. Ч. I. Методы механической обработки поверхностей деталей машин*. Пермь, Изд-во Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2013, 229 с.

 © МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2026

[10] *Методы получения резьбовых поверхностей*. StudFiles. URL: https://studfile.net/preview/2798881/ (дата обращения 01.04.2026).

Поступила в редакцию 03.04.2026

Землякова Дарья Александровна — студентка кафедры «Технологии обработки материалов», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

Научный руководитель — Щелокова Полина Юрьевна, старший преподаватель кафедры «Технологии обработки материалов», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация. E-mail: pyshchelokova@bmstu.ru

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:
Землякова Д.А. Определение ремонтного диаметра для восстановления ходового винта токарно-винторезного станка. *Политехнический молодежный журнал*, 2026, № 5 (106). URL: https://ptsj.bmstu.ru/catalog/menms/tempp/1130.html

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2026 ISSN 2541-8009

DETERMINATION OF THE REPAIR DIAMETER FOR RESTORING THE LEAD SCREW OF A SCREW-CUTTING LATHE

D.A. Zemlyakova dasazemlakova@mail.ru
SPIN-code: 3992-7615

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

The technical and geometric parameters of lead screws of screw-cutting lathes are analyzed, the critical importance of their accuracy for the quality of cut threads is substantiated, and the consequences of wear are considered. Cutting a repair-size thread is proposed as the most effective restoration method because it preserves the mechanical properties of the material and is technologically simple. The main limitation of the method is the permissible reduction of the screw outside diameter by no more than 10 %. Repair-size restoration makes it possible to use the equipment resource rationally and to reduce costs and machine downtime compared with complete replacement of the screw–nut pair.

Keywords: lead screw, trapezoidal thread, wear, repair size, screw-cutting lathe

References

[1] Brushteyn B.E., Dementev V.I. *Tokarnoe delo* [Lathe work]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1967, 448 p. (In Russ.).

[2] Martynenko V.A., Gryadunov V.A. *Detali mashin. Razdel "Vintovye peredachi"* [Machine parts. Section "Screw drives"]. Dnepropetrovsk, NMetAU Publ., 2009, 44 p. (In Russ.).

[3] *Normali stankostroeniya* [Machine-tool engineering standards]. Eksperimental'nyy nauchno-issledovatel'skiy institut metallorezhushchikh stankov. Moscow, TsBTI Publ., 1958, 319 p. (In Russ.).

[4] *Iznos, khodovoy vint* [Lead screw wear]. *Bol'shaya entsiklopediya nefti i gaza* [Big Encyclopedia of Oil and Gas]. (In Russ.). Available at: https://www.ngpedia.ru/id53087p1.html (accessed April 1, 2026).

[5] *Vosstanovlenie vintovykh par* [Restoration of screw pairs]. StudFiles. Available at: https://studfile.net/preview/9187418/page:12/ (accessed April 1, 2026). (In Russ.).

[6] *Remont slozhnykh detaley i uzlov* [Repair of complex parts and assemblies]. FGIS TP. (In Russ.). Available at: https://fgis-tp.ru/remont-slozhnyx-detalej-i-uzlov/ (accessed April 1, 2026).

[7] Mikhnevich V.N. *Opyt tokarya-remontnika* [Experience of a maintenance turner]. Available at: https://stanok-rf.ru/media/uploads/михневич_в.н._опыт_токаря-ремонтника.pdf (accessed April 1, 2026). (In Russ.).

 © BMSTU, 2026

[8] *Remont tokarno-vintoreznogo stanka 16K20* [Repair of the 16K20 screw-cutting lathe]. (In Russ.). Available at: https://stanok-park.ru/upload/iblock/e7b/kxwknriwi44ncdjrsyky2cpy4hgv5sno/remont_16k20_2.pdf (accessed April 1, 2026).

[9] Bakhvalov V.A. *Protsessy obrabotki zagotovok. Ch. I. Metody mekhanicheskoy obrabotki poverkhnostey detaley mashin* [Workpiece processing. Part I. Methods of machining surfaces of machine parts]. Perm, Perm National Research Polytechnic University Publ., 2013, 229 p. (In Russ.).

[10] *Metody polucheniya rez'bovykh poverkhnostey* [Methods for producing threaded surfaces]. StudFiles. (In Russ.). Available at: https://studfile.net/preview/2798881/ (accessed April 1, 2026).

Received 03.04.2026

Zemlyakova D.A. — Student, Department of Materials Processing Technologies, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

Scientific advisor — Shchelokova P.Yu., Senior Lecturer, Department of Materials Processing Technologies, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation. E-mail: pyshchelokova@bmstu.ru

Please reference this article as follows:
Zemlyakova D.A. Determination of the repair diameter for restoring the lead screw of a screw-cutting lathe. *Politekhnicheskiy molodezhnyy zhurnal*, 2026, no. 5 (106). (In Russ.). URL: https://ptsj.bmstu.ru/catalog/menms/tempp/1130.html

© BMSTU, 2026 ISSN 2541-8009