

УДК 621.63

**КОНСТРУКТИВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЗАЩИТЕ ДЕТАЛЕЙ
ТЯГОДУТЬЕВЫХ МАШИН ОТ ИЗНОСА
CONSTRUCTIVE MEASURES TO PROTECT THE PARTS OF TRACTION
MACHINES FROM WEAR**

Д.А. Степанов

Научный руководитель – Е.В. Пронкевич, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

D. Stepanov

Supervisor – E. Pronkevich, Senior Lecturer
Belarusian national technical university, Minsk

***Аннотация:** в данной статье рассматривается проблема защиты деталей тягодутьевых машин от износа путем использования конструктивных мер. Различные методы защиты, такие как улучшение качества материалов, применение специальных покрытий и технологических процедур, а также оптимальное проектирование деталей позволяет повысить износоустойчивость и увеличить срок эксплуатации как деталей так и самих тягодутьевых машин.*

***Abstract:** this article discusses the problem of protecting parts of traction machines from wear by using constructive measures. Various methods of protection, such as improving the quality of materials, the use of special coatings and technological procedures, as well as optimal design of parts can increase wear resistance and increase the service life of both parts and the traction machines themselves.*

***Ключевые слова:** тягодутьевые машины, абразивный износ, диск рабочего колеса, срок службы, наплавка, сварка, электроды.*

***Keywords:** traction machines, abrasive wear, impeller disc, service life, surfacing, welding, electrodes.*

Введение

Тягодутьевые машины (ТДМ) – это оборудование, которое используется для перемещения воздуха и газов в различных промышленных и энергетических установках. ТДМ работают в условиях высокой температуры и влажности, а также в среде, содержащей твердые частицы. Эти факторы приводят к износу рабочих органов ТДМ, что может привести к снижению эффективности и надежности оборудования. Основной причиной абразивного износа ТДМ является наличие твердых частиц в перемещаемых газах. Эти частицы могут быть различной природы, включая пыль, золу, шлак и т.д. Размер твердых частиц может варьироваться от микрометров до миллиметров. Помимо твердых частиц, абразивный износ может быть вызван следующими факторами:

- Высокая температура газов. При повышении температуры газов увеличивается их вязкость, что приводит к увеличению трения между частицами и рабочими органами ТДМ.
- Влажность газов. Влажные газы содержат больше водяного пара, который может конденсироваться на твердых частицах, образуя твердые

абразивные образования.

- Коррозия. Коррозия рабочих органов ТДМ может привести к образованию рыхлой и хрупкой поверхности, которая легко разрушается под воздействием абразивных частиц.

Основная часть

Для борьбы с абразивным износом тягодутьевых машин (ТДМ) существует ряд конструктивных решений. Эти меры включают установку противоизносной лопаточной решетки, применение двухстороннего всасывания среднего диска с вырезами, наплавку рабочих поверхностей лопаток, а также применение броневых накладок [1]. В результате таких преобразований, износоустойчивость рабочих колес и кожухов тягодутьевых машин значительно увеличивается.

Применение предвключенных противоизносных лопаток, разработанных А.С. Матвеевым и К.П. Либенко, изображенных на рисунке 1, позволяет существенно повысить износоустойчивость рабочих колес и кожухов тягодутьевых машин.

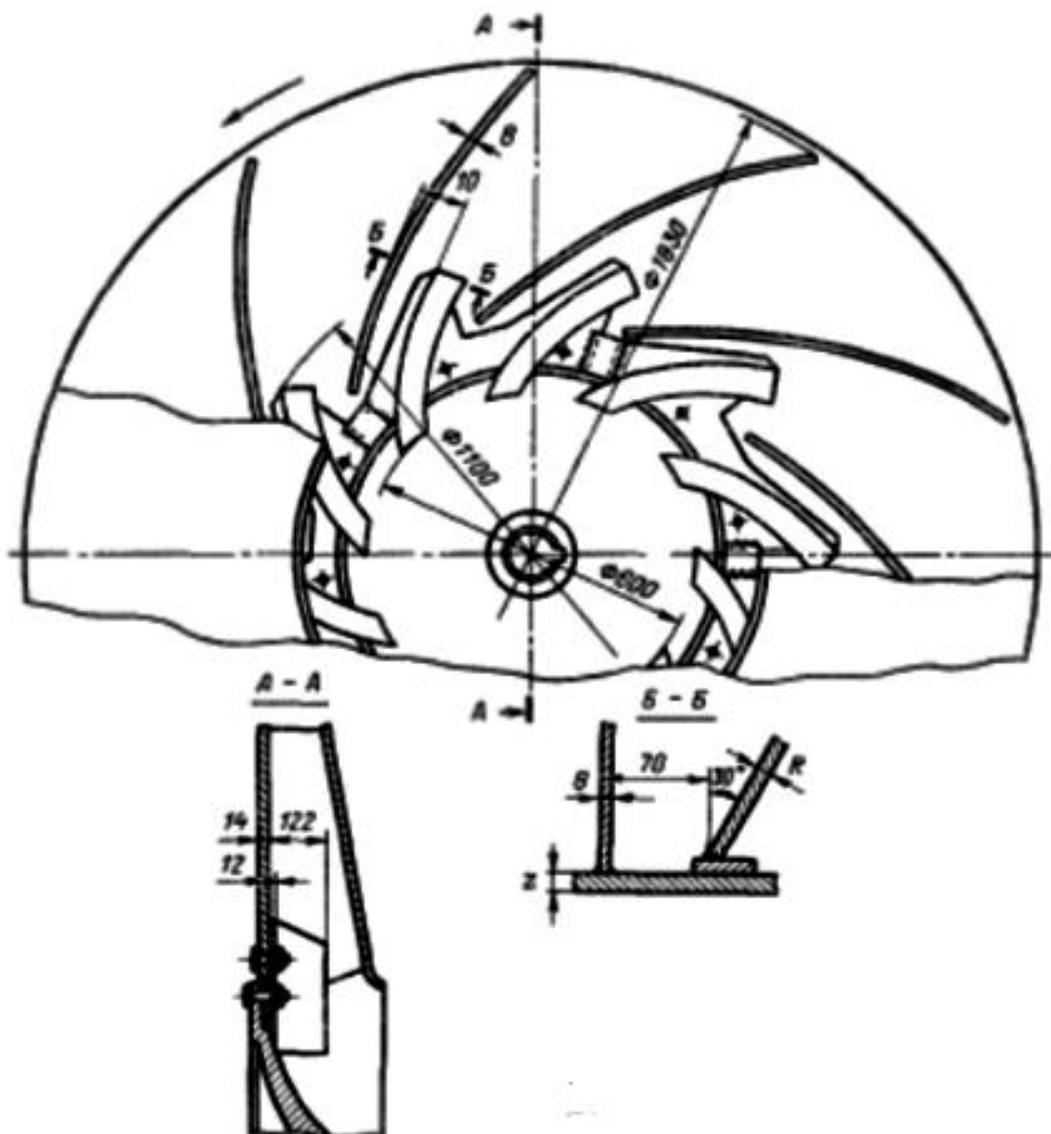


Рисунок 1 – Рабочее колесо с 16 лопатками и противоизносной решеткой [1]

Противоизносная лопаточная решетка.

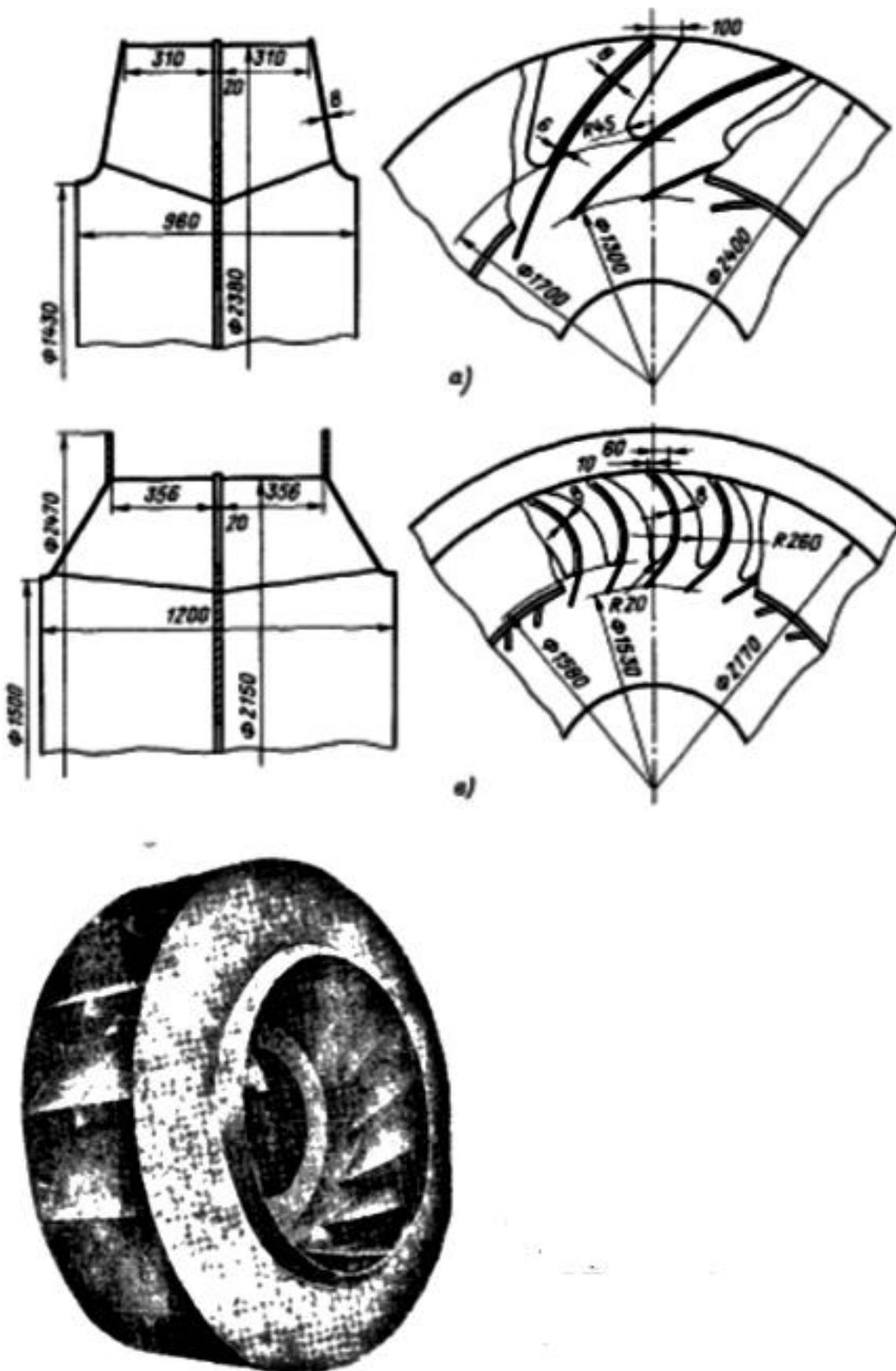
Одной из главных проблем, с которой сталкиваются лопатки, является сконцентрированная пылевая струя, действующая вдоль основного диска. Она приводит к быстрому износу лопаток и сокращению их срока службы. Применение противоизносных лопаток решает эту проблему, за счёт рассеивая пылевой струи по всей ширине межлопаточного канала. Таким образом, давление на отдельные лопатки снижается, что приводит к увеличению их износоустойчивости. Основное отличие данного метода заключается в использовании дополнительных лопаток, которые наклонены под углом $\gamma = 55\text{--}60^\circ$ к плоскости основного диска колеса. Эти лопатки размещаются в направлении, противоположном орашению. Такое расположение и угол наклона позволяют изменить траекторию движения твердых частиц, предотвращая их нанесение местного износа на основные лопатки.

Применение противоизносных лопаток не только повышает износоустойчивость рабочих колес и кожухов тягодутьевых машин, но и оказывает положительное воздействие на их аэродинамические показатели. Фактически, в некоторых аэродинамических схемах установка этих лопаток может увеличить коэффициент полезного действия (КПД) на 1–1,5%. Изучение такого улучшения имеет значительное значение, поскольку повышение КПД приводит к более эффективной работе машины и снижению энергопотребления.

Средний диск с вырезами (пилообразный).

Основной диск является местом, наиболее подверженным интенсивному износу лопаток ТДМ. Процесс эксплуатации приводит к изменению направления пылевого потока с осевого на радиальное, что приводит к притягиванию абразивных частиц к основному диску. Износ входных кромок лопаток около диска является следствием этого процесса и распространяется на саму поверхность лопаток. Это значительно снижает коэффициент полезного действия ТДМ.

Однако разработан метод, который позволяет объединить оба потока в единый. Таким методом является двухстороннее всасывание среднего диска с вырезами [2]. Для полного понимания принципа работы двустороннего всасывания представим рабочее колесо машины с вырезами в среднем диске (рисунок 2). На рисунке видно, что основной диск изготавливается с глубокими вырезами, расположенными на уровне входных кромок лопаток. Это позволяет абразивным частицам рассеиваться по поверхностям лопаток и удаляться с уходящими газами.



a и *б* – с загнутыми назад лопатками; *в* – с загнутыми вперед [1]

Рисунок 2 – Рабочее колесо машины двухстороннего всасывания с вырезами в среднем диске

Исследования показывают, что даже небольшие изменения в конструкции дымососов могут оказывать значительное влияние на их работу. Например, использование вырезов в среднем диске дымососов $D \times 2$, построенных по аэродинамической схеме $0,7-143^\circ$ и $0,8-143^\circ$ с 32 рабочими лопатками на каждой стороне рабочего колеса, привело к положительным результатам. Даже небольшие вырезы до диаметра $0,7D_2$ привели к улучшению работы дымососов.

Опыт эксплуатации дымососа $D21, 5 \times 2$ с вырезами такой глубины подтверждает повышение долговечности рабочего колеса в три раза. Это говорит о том, что использование вырезов в дымососах может привести к более эффективной и долговечной работе этих устройств.

Наплавка лопаток с применением накладок.

Для продления срока службы и защиты лопаток от износа успешно используется наплавка электродами Т-590 и Т-620, содержащими бор. Химические соединения из бора, хрома, титана и железа, называемые бориллами, обеспечивают высокую твердость наплавленного металла. Твердость электродов Т-590 составляет 58–65 HRC, а для электродов Т-620 – 55–62 HRC.

Марка электродов Т-590 и Т-620 позволяет использовать наплавку как для сварочных аппаратов постоянного, так и переменного тока. При диаметре 4 мм рекомендуется использовать ток около 220 А, а для толщины электрода 5 мм – 240 А.

Необходимо тщательно очистить поверхность лопаток перед наплавкой от грязи, ржавчины и масла. Для сварки изношенных участков перед нанесением твердосплавного слоя обычно применяются обычные сварочные электроды. Наплавка валиков должна проводиться под прямым углом к плоскости диска рабочего колеса, нанося каждый валик отдельно и закрывая примерно $1/3$ предыдущего. Привариваемая часть лопасти должна быть закреплена на горизонтальной поверхности.

Приваривание лопастей к основному диску производится с использованием двух слоев твердого сплава из-за того, что твердый сплав обладает высокой стойкостью к износу и может значительно продлить срок службы лопаток. В мельничных вентиляторах, где лопатки узкие, часто применяется наплавка твердым сплавом по всей поверхности лопаток. Это обеспечивает равномерную защиту от износа, так как лопатки получают большую нагрузку из-за узкой формы. В случае более широких лопаток, например, в дымососах, наплавка может производиться не по всей ширине и длине. Это связано с учетом особенностей работы и нагрузок на конкретную систему. В таких случаях выбирается оптимальная площадь наплавки для достижения нужной защиты от износа.

Кроме наплавки твердым сплавом, иногда применяются накладки, которые крепятся болтами к лопаткам рабочего колеса. Это позволяет обеспечить дополнительную защиту лопаток в условиях особо тяжелых нагрузок.

Защита броней улитки и всасывающих карманов.

Один из самых распространенных способов обеспечить защиту является применение сварных металлических броневых листов. Это эффективно предотвращает истирание улиток в условиях средней нагрузки. Однако, для

работы в более суровых условиях рациональнее использовать специальные литые накладки из белого чугуна, толщиной около 40 мм, которые крепятся с помощью болтов.

Такие накладки обеспечивают более надежную защиту и долговечность улиток. Кроме того, для защиты улиток можно использовать элементы из каменного литья. Это также эффективный способ предотвратить износ улиток, особенно в условиях, где требуется высокая прочность и стойкость к абразивному воздействию. Особое внимание следует уделять защите торцевого листа улитки, поскольку именно эта часть подвержена наибольшему износу, особенно в зоне языка. Эффективное использование правильной конструкции и соответствующих материалов является важным фактором для увеличения срока службы и уменьшения износа улитки. Кроме того, для уменьшения износа, необходимо обратить внимание на скорость выхода газа из улитки. Если скорость выхода газа составляет 25–30 м/с, это значительно снижает износ улитки.

При такой скорости выхода запыленного газа из машины, корпус (улитка) и всасывающие карманы могут работать без бронирования.

Однако нужно отметить, что скорость газов во всасывающих карманах обычно ниже, чем в самой улитке. Поэтому бронировку карманов применяют лишь в особо тяжелых условиях работы.

Заключение

Конструктивные мероприятия по защите деталей тягодутьевых машин от износа играют важную роль в повышении их надежности и продолжительности срока службы. Они направлены на минимизацию воздействия различных факторов, вызывающих износ, и обеспечивают эффективную защиту механизмов от негативного влияния внешней среды и эксплуатационных условий. Таким образом, реализация конструктивных мероприятий по защите деталей тягодутьевых машин от износа является неотъемлемой частью процесса обеспечения их надежной работы и долгого срока службы.

Литература

1. Модернизация и ремонт тягодутьевых машин электростанций / И.А. Боткачик. – Москва: Энергоатомиздат, 1988. – 110 с.
2. Эксплуатация тягодутьевых машин тепловых электростанций / И.М. Левин, И.А. Боткачик. – Москва: Энергия, 1977. – 272 с