

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА МУФТЫ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Гамидов Намик Рагиф оглы– к.т.н., доцент., кафедра Транспортное строительство и организация дорожного движения, АзАСУ, namikhamidov@gmail.com

Асланов Забит Юнус оглы- д.т.н., проф., кафедра Стандартизация и сертификация, Азербайджанский государственный экономический университет, aslanov.zabit@mail.ru

Иманова Гюльтекин Муса-ст.пр., Азербайджанский государственный экономический университет (UNEC)

Аннотация. Расеметрия конструктивно– технологические рекомендации, повышающие качество муфты. Анализировано стендовые испытания работоспособности муфты. Выявлено, что основной причиной отказов муфты является проскальзывание или схватывание дисков разработана методика и проведено экспериментальное исследование дисков. После окончания испытаний фрикционных муфт была проведена контрольная обработка, для выявления величины фактической площади контакта. Значения величины площади контакта у муфты, собранной из дисков, выполненных по заводской технологии, колеблются в пределах 35- 40%, а у муфты, собранной по предлагаемой технологии, в пределах 78- 80%. Величина площади контакта у дисков до испытаний и по их окончании практически не изменилась. Это объясняется тем, что несмотря на значительное увеличение оперной поверхности дисков вследствие их приработки, происходит увеличение отклонений от формы дисков.

Ключевые слова: повышение качества муфты, стенд для испытания фрикционной муфты, шлифование, термообработке

IMPROVING COUPLING QUALITY BASED ON TECHNOLOGICAL INDICATORS

Hamidov Namik Ragif- PhD in tech.sc., ass.prof., department of Transportation construction and organization of traffic, AzUAC, namikhamidov@gmail.com

Aslanov Zabit Yunus- doctor in tech.sc., prof., department of Standardization and Certification, Azerbaijan State University of Economics (UNEC), aslanov.zabit@mail.ru

Imanova Gultekin Musa- lecturer, Azerbaijan State University of Economics (UNEC)

Abstract. Dissemetry constructive- technological recommendations that improve the quality of the coupling. The bench tests of the clutch performance are analyzed. It was revealed that the main reason for the failure of the clutch is slippage or seizure of the discs, a technique has been developed and an experimental study of the discs has been carried out. After the completion of the friction coupling tests, a control operation was carried out to identify the value of the actual contact area. The value of the contact area at the couplings, assembled from disks, performed by the factory technology, varies between 35- 40%, and at the couplings, assembled according to the proposed technology, at 78- 80%. The value of the contact area in the discs before testing and in their completion has practically not changed. This is explained by the fact that regardless of the significant increase in the surface of the disks, the consequences of their work occur, there is an increase in the deviations from the shape of the disks.

Keywords: improving the quality of the clutch, stand for testing the friction clutch, grinding, heat treatment

Введение. В результате проведенного анализа выявлено, что основной причиной отказов муфты является проскальзывание или схватывание дисков. Эти явления объясняются двумя причинами.

- Погрешностью формы дисков
- Недостаточными триботехническими характеристиками пар трения.

Материал и метод На основе экспериментальных исследований определены триботехнические характеристики различных пар трения и показано, что лучше свойства из исследуемых имеются пары 65Г-65Г и ШХ15-65Г. Однако выявлено, что обе пары обладают недостаточной задир стойкостью. Кроме того, диски, изготовленные из стали ШХ15 имеют большее коробление, чем диски из стали 65Г, изготовленные по одной технологии.

На основе полученной информации для заданных условия эксплуатации рекомендуется пара сталь 65Г-65Г. На основе эксплуатационных требований разработаны технические требования к дискам фрикционной муфты, позволяющие обеспечить безотказность работы изделия. Они предполагают уровень изменения интенсивности остаточных напряжений в пределах детали не более 15-20% каждой операции технологического процесса. Величина погрешности формы колеблется в пределах 0,05-0,32 мкм. Эти параметры обеспечивают площадь контакта дисков в собранной муфте в пределах 70-80%. Для обеспечения указанных параметров предлагаются следующие операции по изготовлению дисков:

- *подбор металла* (листового проката) для последующего изготовления из них дисков. В период подбора в разных точках листа контролируются внутренние остаточные напряжения. Определяется химический состав выбранного материала;
- *штамповка дисков* состоит из двух операций: предварительной и окончательной. После второй операции контролируются размеры дисков и внутренние остаточные напряжения. Рассеивание величин остаточных напряжений по площади дисков должно находиться в пределах 15-20%
- При *термообработке* диски собираются в пакет и в заневоленном состоянии устанавливаются в печь. После термообработки контролируются остаточные напряжения и погрешность формы изготовления. Величина погрешности формы не должна превышать 0,13....0,15 мм;
- Окончательная операция – *шлифование*.

Анализ различных схем плоского шлифования показал, что оптимальной схемой обработки тонкостенных дисков является многопроходное шлифование периферией (торцем) круга.

Определена схема обработки деталей, которая заключается в переворачивании дисков и разворачивании их на 90° после каждого прохода.

Выявлены оптимальные режимы шлифования, обеспечивающие минимальную погрешность формы, шероховатость, размерное распределение интенсивности остаточных напряжений по площади детали.

Оптимальными режимами являются:

– *Черновое шлифование* скорость круга $V=30$ м/с, продольная подача $V_{п.пр} = 20$ м/мин, поперечная подача $S_{п.п.} = 1$ мм/ход, глубина шлифования $l=0,07$ мм.

– *Чистовое шлифование* скорость круга $V=35$ м/с, продольная подача $V_{п.пр} = 25$ м/мин, поперечная подача $S_{п.п.} = 0,2$ мм/ход, глубина шлифования $l=0,02$ мм.

Шлифовальный круг 24A40CM2 режимы шлифования обеспечивают шероховатость поверхности, близкую к эксплуатационной, а погрешность формы в пределах 0,05-0,08 мм [1,3]

Анализ работы изделия в условиях эксплуатации и моделирования нагрузок выявил, что фрикционная муфта работает в режиме знакопеременных нагрузок. Для проведения испытаний были подготовлены две комплекта дисков. Один комплект – изготовлен не базовой технологии, другой – по предлагаемой. Обе комплекта изготовлены из стали 63Г твердостью HRC=50....55

Диски по заводской технологии имели погрешность формы 0,2 мм, остаточные σ напряжения $\sigma = 10-11$ у.е., шероховатость поверхности $R_a = 0.64....0.4$ мкм.

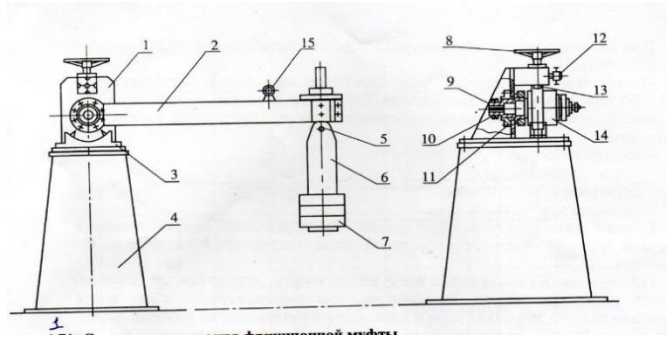


Рис. 1. Стенд для испытания фрикционной муфты

1-стойка; 2-рычгв; 3- опора с фиксаторами; 4- основание; 5- ось; 6-груз; 7-груз; 8-маховик; 9- втулка; 10-гайка; 11 –цапфа; 12- винт нажимной; 13-фиксатор подвижной; 14 – муфта фрикционная; 15-рым-болт [1]

Диски, изготовленные на рекомендуемом оборудовании, методах обработки и найденных режимах, имеют отклонение формы $\Delta = 0,02 \dots 0,07$ мм, остаточные напряжения $Ra = 0,32 \dots 0,4$ мкм.

За критерий оценки качества сборки принималась площадь контакта дисков в сборе. Площадь контакта прилегания дисков контролировалась с помощью поверочной плиты методом краски, т.е. с помощью «берлинской лазури», которая наносилась на один из дисков. Для обеспечения фиксации дисков при сборке и разборке муфты они маркировались следующим образом: диски EA8,260,062 по внутренним шлицам, а диски 8,260,063 по наружным шлицам римскими цифрами. После контрольной сборки для определения площади контакта выяснилось, что у муфты, собранной из дисков, изготовленных по базовому технологическому процессу, суммарная площадь контакта колеблется в пределах 35...45%, а у муфты, собранной по предлагаемой технологии, в пределах 70...80%, что отвечает полученным расчетным данным.

После проверки общей площади контакта муфты устанавливались по очередной на стенд для испытаний. Пружины, обеспечивающие осевое поджатие дисков, были отрегулированы на постоянную величину у обеих муфт. Сила поджатия контролировалась величиной регулировочного зазора. Перед сборкой для испытаний диски смазывались маслом МС-20 [1,2,4].

Испытания проводились на стенде, имитирующем условия эксплуатации (рис.1)

Правильно отрегулированной считается фрикционная муфта, которая удерживает рычаг 2с грузами 6 и 7, соответствующим моменту 16200 Н.м. в том числе при придании ему дополнительной нагрузки (падение груза весов 3 кг с высоты 300 мм на рычаг).

При нагрузке рычага в момент 2200 даН.м. фрикционная муфта должна пробуксовывать.

Испытания фрикционной муфты состояли из 4 серий, соответственно 100,300,600, 1000 циклов нагруженные. После каждой серии испытаний муфты разбирались, и исследовало состояние дисков. Измерялись следующие параметры.

- шероховатость;
- погрешность формы;
- остаточные напряжения;
- площадь контакта.

Первая серия испытаний составляла 100 нагруженный. Муфты в равной степени держали момент, оговорённый техническими требованиями на испытания.

По окончании первой серии нагружений муфты разбирались, и исследовались состояние дисков. Выяснилось, что шероховатость поверхности уменьшилась с 0,56 до 0,43 мкм. У дисков, изготовленных по базовой технологии, а у дисков, изготовленных по предлагаемой технологии, с 0,3 до 0,39 мкм. Физическая площадь контакта между дисками несколько увеличилась за счет увеличения значения показателя t_0 опорной поверхности.

Отклонение формы дисков после 100нагружений у дисков, изготовленных по заводской технологии, увеличилось с 0,2 до 0,22мм, а у дисков, изготовленных по предлагаемой технологии, с 0,03 до 0,04 мм.

Остаточные напряжения у дисков обеих муфт колебались в пределах 11у.е. Вторая серия испытаний составляла 200нагрузений муфты, и в равной степени держали требуемый момент. Муфте с дисками, изготовленными по базовой технологии, требовалось дополнительное осевое поджатие. Муфте с дисками, изготовленными по предлагаемой технологии, дополнительное осевое усилие не требовалось. По окончании второй серии опытов диски обеих муфт исследовались аналогично первой серии опытов. Шероховатость поверхности R_a у дисков, изготовленных по базовой технологии, уменьшилась с 0,43 до 04 мкм., а у дисков, изготовленных по предлагаемой технологии, с 0,38 до 0,32 мкм. Величина отклонения менялось у базовых дисков с 0,22 до 0,24 мм а у дисков по новой технологии с 0,04 до 0,05 мм. Остаточные напряжения у дисков колеблется от 11 до13у.е.

Третья серия испытаний включала в себе 300 нагрузений. Муфты не в равной степени держали требуемый момент. Муфты с дисками, изготовленными по базовой технологии, требовалось дополнительное осевое поджатие. После испытаний муфты разбирались и исследовались аналогично первой и второй серии испытаний. Шероховатость поверхности R_a у дисков, изготовленных по базовой технологии, уменьшилась с 0,40 до 0,38 мкм, у дисков, изготовленных по предлагаемой технологии, с 0,32 до 0,30 мкм.

Отклонение о формы базовых дисков увеличилось с 0,24 до 0,30 мм, интенсивность остаточных напряжений с 12 до 14 у.е. у дисков, изготовленных по предлагаемой технологии, величина отклонения от формы изменилась с 0,05 до 0,07 мм. Остаточные напряжения в пределах 11 у.е. По результату испытаний построены графические зависимости (рис. 2,3,4,5) отражающие динамику измерения параметров качества деталей «диски» по ходу испытаний муфты. [3,4]

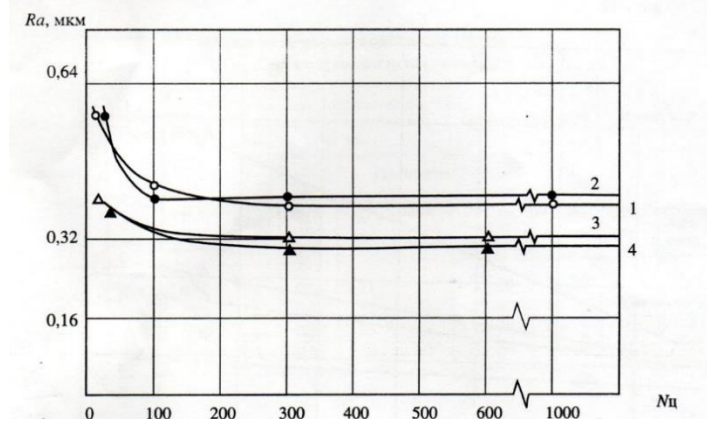


Рис. 2. Измерение шероховатости поверхности фрикционных дисков от количества циклов нагружения муфты

- 1-Изготовленного по базовой технологии (диск1); 2- изготовленного по базовой технологии (диск 2); 3- изготовленного по предлагаемой технологии (диск1); 4 –изготовленного по предлагаемой технологии (диск 2) [2]

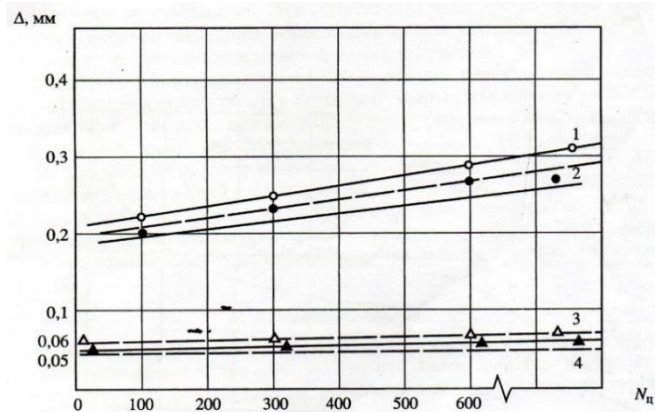


Рис. 3. Влияния количества циклов нагружения муфты на погрешность формы 1-изготовленного по базовой технологии (диск 1); 2-изготовленного по базовой технологии (диск 2); 3-изготовленного по предлагаемой технологии (диск 1); 4-изготовленного по предлагаемой технологии (диск 2) [4]

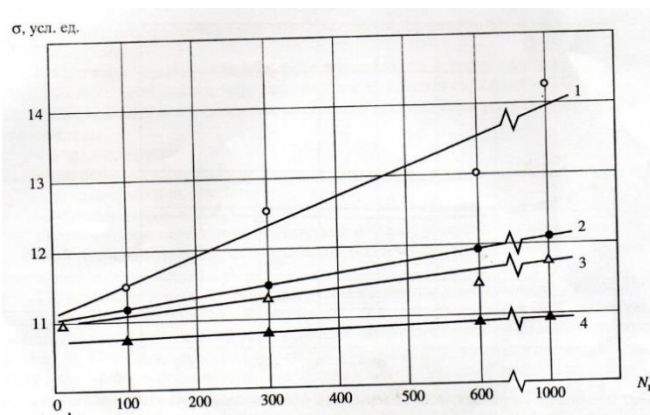


Рис. 4. Изменение остаточных напряжений фрикционных дисков от количества циклов нагружения муфты:

1-изготовленного по базовой технологии (диск 1); 2-изготовленного по базовой технологии (диск 2);
3-изготовленного по предлагаемой технологии (диск 1);
4-изготовленного по предлагаемой технологии (диск 2) [6]

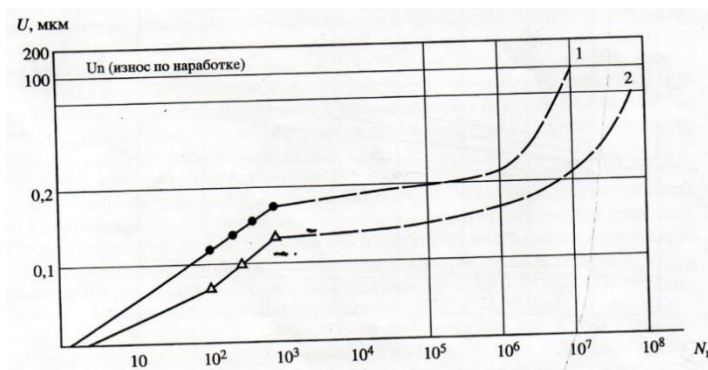


Рис. 5. Предлагаемый износ фрикционных дисков от количества циклов нагружения муфты

1- для дисков муфты, изготовленных по базовой технологии; 2- для дисков муфты, изготовленных по предлагаемой технологии [5]

Таблица 1. Изменение характеристик качества дисков по циклам испытаний

Число циклов	Шероховатость, R_a		Отклонение от формы, мкм		Остаточные напряжения, у.е.			Пятно контакта		Износ, мкм	
	Базовая	Предлагаемая	Базовая	Предлагаемая	Базовая	Предлагаемая	Базовая	Предлагаемая	Базовая	Предлагаемая	
	100	0,43	0,38	0,2	0,04	11	11	35-30	78-80	0,13	0,05
300	0,40	0,38	0,24	0,05	12	12	35-40	80	0,14	0,07	
600	0,38	0,30	0,3	0,07	13	12	35-40	80	0,16	0,09	
1000	0,36	0,30	0,3	0,07	13	13	35-40	78-80	0,18	0,11	

После окончания испытаний фрикционных муфт была проведена контрольная обработка, для выявления величины фактической площади контакта.

Значения величины площади контакта у муфты, собранной из дисков, выполненных по заводской технологии, колеблются в пределах 35- 40%, а у муфты, собранной по предлагаемой технологии, в пределах 78- 80%.

Величина площади контакта у дисков до испытаний и по их окончании практически не изменилась. Это объясняется тем, что несмотря на значительное увеличение оперной поверхности дисков вследствие их приработки, происходит увеличение отклонений от формы дисков.

В табл.1 приведены данные об изменении характеристик качества и износа деталей «диски» по ходу испытаний муфты. По данным табл. 1 построена зависимость изменения износа дисков, изготовленных по базовой и предлагаемой технологи (см. рис. 5).

Из графика видно, что интенсивность приработки для дисков, изготовленных по предлагаемой технологии, на 20- 25% ниже, чем по заводской. Если предложить, что условия работы муфты, изготовленных по 2 вариантам одинаковы, то экстраполяции кривых износа до предельно допустимого по ТУ дает возможность увеличения времени работоспособности муфты на 20- 25%.

Выводы.

1. Выявлено, что основной причиной отказов муфты является проскальзывание или схватывание дисков. Это оказалось следствием двух причин:

а) Погрешностью формы дисков;

б) неудовлетворёнными триботехническими характеристиками пар трения.

2. На основе экспериментальных исследований определены триботехнические характеристики различных пар трения и показано, что лучшие свойства по условиям эксплуатации имеют 65Г- 65Г и ШХ15-65Г.

3. На основе эксплуатационных требований разработаны технические требования к дискам фрикционной муфты, позволяющие обеспечить безотказность работы изделия. Они предлагают уровень изменения остаточных напряжений в пределах не более 15-20%. Величину погрешности формы 0,05- 10,06 мм и поверхности $R_a=0,4- 0,32$ мм.

4. Предложен новый технологический процесс изготовления дисков в условиях мелкосерийного производства, обеспечивающий требования, сформулированные в п.3.

5. Для нового технологического процесса определена схема и режимы плоского шлифования периферией круга, которые обеспечивают равномерное распределение остаточных напряжений по поверхности диска и в следствие этого – минимальную погрешность их формы.

6. Разработана методика и проведено экспериментальное исследование дисков, изготовленных по предложенному технологическому процессу, в доказано повышение износостойкости дисков, изготовленных по предлагаемой технологии на 20- 30%.

Литературы

1. Кушнир В. Опыт внедрения статических методов управления качеством в системе. №2, technolejicc// CADmagnr. 2003
2. ИСО 9004-4-1993 управление качеством и элементы системы качества. 4.4. руководящие указания по улучшению качества
3. QS 9000 требования к системам качества, 2004
4. Асланов З.Ю. об уровне качества и конкурентоспособности министерство продукции России. г. Липеск. 2013
5. Skolaut W. Maschinenbau: Ein Lehrbuch für das ganze Bachelor- Studium. Berlin, Springer, 1401p, 2014
6. Анцыферов С.С., Афанасьев М.С., Русанов К.Е. Обработка результатов измерений. 430с, Москва, 2014
7. Золотов И.А., Шарков О.В. Расчет напряжений и деформаций внешней обоймы роли- ковых механизмов свободного хода. Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана № 1. 37–49с, 2017
8. Mammano G.S., Eugenio D. Design and Characterization of a Continuous Rotary Mini- motor Based on Shape-Memory Wires and Overrunning Clutches. Journal of Mechanical Design, Transactions of the ASME. 2017
9. Aliukov S., Keller A., Alyukov A. Design and Calculating of Relay-Type Overrunning Clutch.SAE Technical Paper. 2016
10. Gill-Jeong C. Experimental study on the reduction of vibration of gear trains due to a one- way clutch. Transactions of the Korean Society of Mechanical Engineers. 1477–1482p, 2011

References

1. Kushnir V. Opyt vnedreniya staticheskikh metodov upravleniya kachestvom v sisteme. №2, technolejicc//CADmagnr. 2003
2. ISO 9004-4-1993 upravlenie kachestvom i elementy sistemy kachestva. 4.4. rukovodyashchie ukazaniya po uluchsheniyu kachestva
3. QS 9000 trebovaniya k sistemam kachestva, 2004
4. Aslanov Z.Yu. ob urovne kachestva i konkurentosposobnosti ministerstvo produktsii Rossii. g. Lipesk. 2013
5. Skolaut W. Maschinenbau: Ein Lehrbuch für das ganze Bachelor- Studium. Berlin, Springer, 1401p, 2014
6. Ancyferov S.S., Afanas'ev M.S., Rusanov K.E. Obrabotka rezul'tatov izmerenij. 430s, Moskva, 2014
7. Zolotov I.A., Sharkov O.V. Raschet napryazhenij i deformacij vneshnej obojmy roli- kovyh mekhanizmov svobodnogo hoda. Nauka i obrazovanie. MGTU im. N.E. Bauman № 1. 37–49с, 2017
8. Mammano G.S., Eugenio D. Design and Characterization of a Continuous Rotary Mini- motor Based on Shape-Memory Wires and Overrunning Clutches. Journal of Mechanical Design, Transactions of the ASME. 2017
9. Aliukov S., Keller A., Alyukov A. Design and Calculating of Relay-Type Overrunning Clutch.SAE Technical Paper. 2016
10. Gill-Jeong C. Experimental study on the reduction of vibration of gear trains due to a one- way clutch. Transactions of the Korean Society of Mechanical Engineers. 1477–1482p, 2011

Redaksiyaya daxil olma /Received 24.12.2021

Çapa qəbul olunma /Accepted for publication 24.01.2022

Цитировать эту статью: Гамидов Н.Р., Асланов З.Ю. Иманова Г.М. Повышение качества муфты на основе технологических показателей. журнал Научные труды. АзАСУ, с. 90- 96,, №1, 2022

For citation: Hamidov N.R., Aslanov Z.Y., Imanova G.M Improving coupling quality based on technological indicators. Journal of Scientific Works/ Elmi eserler. AzUAC, p. 90-96, N1, 2022