

Научная статья
УДК 331.432.4

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ СБОРКИ ОБОРУДОВАНИЯ НА ЕГО ВИБРАЦИОННОЕ СОСТОЯНИЕ

Алина Сергеевна Чечулина¹, Сергей Николаевич Исаков²

^{1, 2} Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия

¹ lina.2000.ac@yandex.ru

² isakovsn@m.usfeu.ru

Аннотация. Рассмотрено влияние величины несоосности на параметры вибрации с учетом зазоров в соединении. Представлена зависимость амплитуды вибрации от дефектов в ременной передаче.

Ключевые слова: вибрация, дефект, несоосность

Для цитирования: Чечулина А. С., Исаков С. Н. Влияние технологических особенностей сборки оборудования на его вибрационное состояние // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXI Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 630–634.

Original article

THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL FEATURES OF EQUIPMENT ASSEMBLY ON ITS VIBRATION STATE

Alina S. Chechulina¹, Sergey N. Isakov²

^{1, 2} Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

¹ lina.2000.ac@yandex.ru

² isakovsn@m.usfeu.ru

Abstract. The influence of the misalignment value on the vibration parameters taking into account the gaps in the connection is considered. The dependence of the vibration amplitude on defects in the belt drive is presented.

Keywords: vibration, defect, misalignment

For citation: Chechulina A. S., Isakov S. N. (2025) Vliyanie technologicheskix osobennostej sborki oborudovaniya na ego vibracionnoe sostoyanie [The influence of technological features of equipment assembly on its vibration state].

Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : proceedings of the XXI All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2025. Pp. 630–634. (In Russ).

Вибрация в технике – это неотъемлемая часть работы любого механизма и машины. Вибрация может быть «полезная» например, в вибраторах, вибрационных сортировках, транспортирующих машинах и т. д. А может, и «вредная», которая отрицательно воздействует на человека, снижает точности изготовления, уменьшает ресурс и надежность, а также приводит к поломке механизма.

Самая распространенная причина вибрации – это неуравновешенность ротора или механизма, которая заключается в воздействии инерционных сил на объект, например дисбаланс. Причина вибрации может быть следствием ухудшения технического состояния оборудования, например износа в кинематических парах, изменения геометрии (пластические или упругой деформации) или целостности (трещины, сколы) элементов машины или механизмов. Но причины вибрации могут быть и в качестве изготовления (ремонта) и монтажа. В данной работе рассматривается только несоосность валов и погрешности изготовления шкивов в ременной передаче или изгиб валов, на которые эти шкивы установлены.

Моделирование несоосности валов. Причин несоосностей несколько, рассмотрим некоторые: неточности сборки и монтажа; смещение элементов после монтажа и сборки; деформация опор и оснований; тепловые расширения элементов конструкции; переменные нагрузки, которые изменяют положение валов, и др.

Дополнительные радиальные нагрузки на при несоосности валов в муфте определяет следующей зависимостью [1]:

$$F_Z = k_m \frac{\delta_r - \delta_k}{\lambda_v + \lambda_o + \lambda_{vm}},$$

где $k_m = 1$ – коэффициент модели;

$\delta_r = 0...6$ мм – радиальная несоосность;

$\delta_k = 0...4$ мм – суммарные зазоры в соединении;

$\lambda_v = \lambda_{v1} + \lambda_{v2}$ – суммарная податливость соединяемых валов;

λ_o – суммарная приведенная податливость опор соединяемых валов;

λ_{vm} – радиальная податливость соединяемой муфты;

На рис. 1, 2 представлены зависимости радиальной силы от несоосностей и суммарных зазоров.

Зависимость Δr - F_z

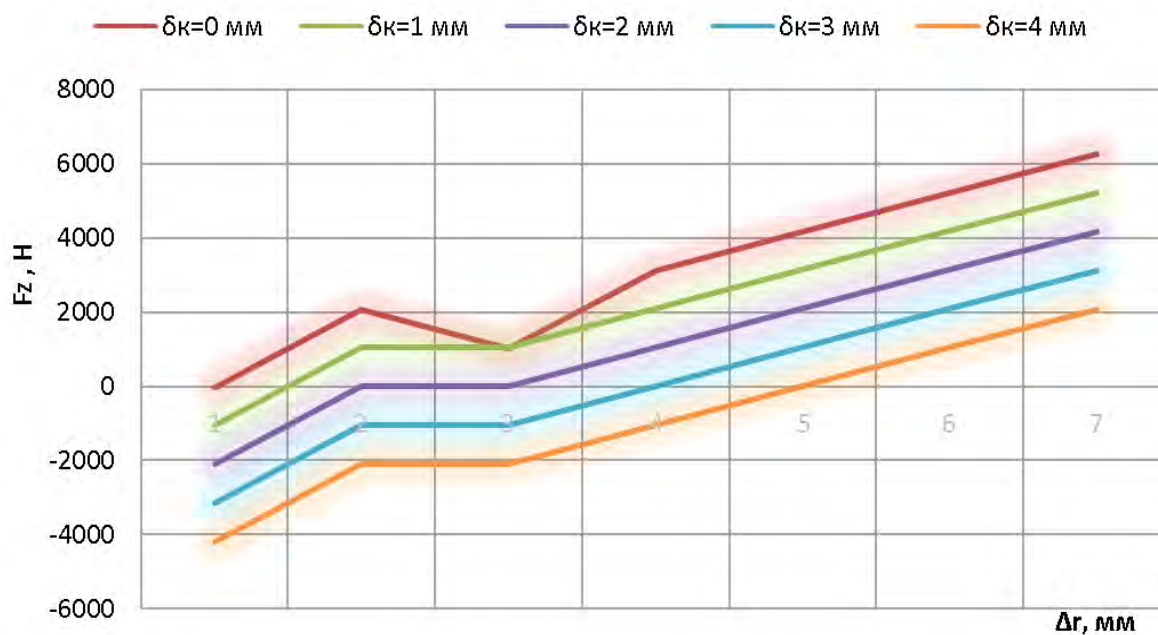


Рис. 1. График зависимости радиальной силы при различной несоосности валов

Зависимость δk - F

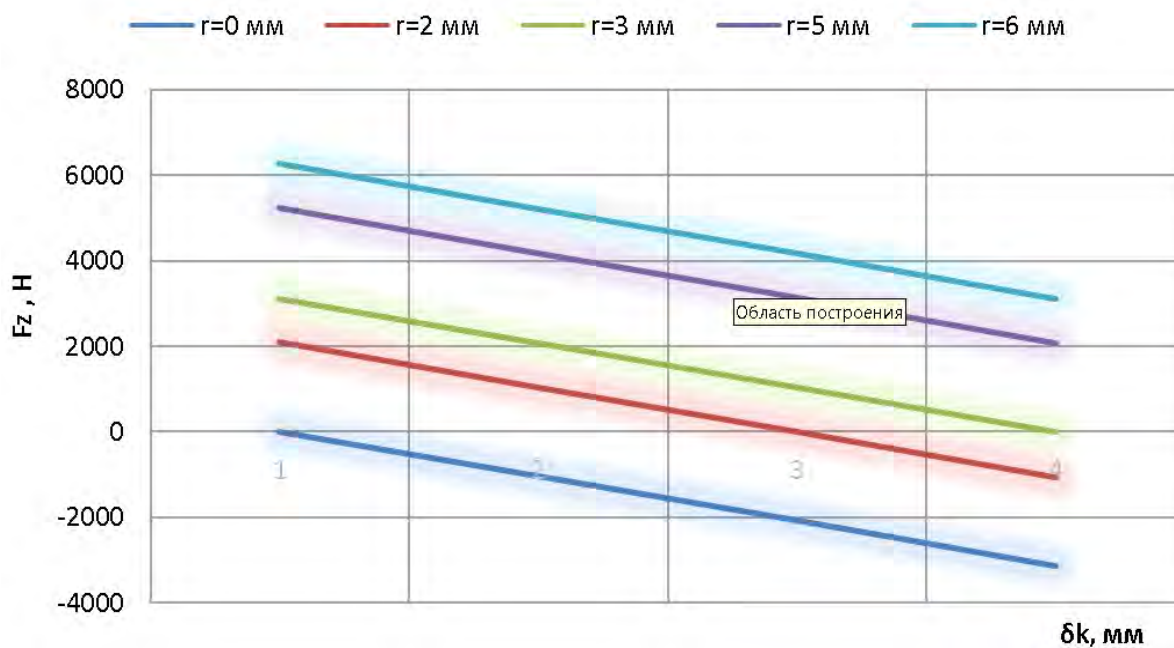


Рис. 2. График зависимостей поперечных нагрузок при различных зазорах

Расчетное виброускорение опоры вала представлено на рис. 3 с амплитудой 40 мм/с^2 при допустимых $1,4 \text{ м/с}^2$ [2].

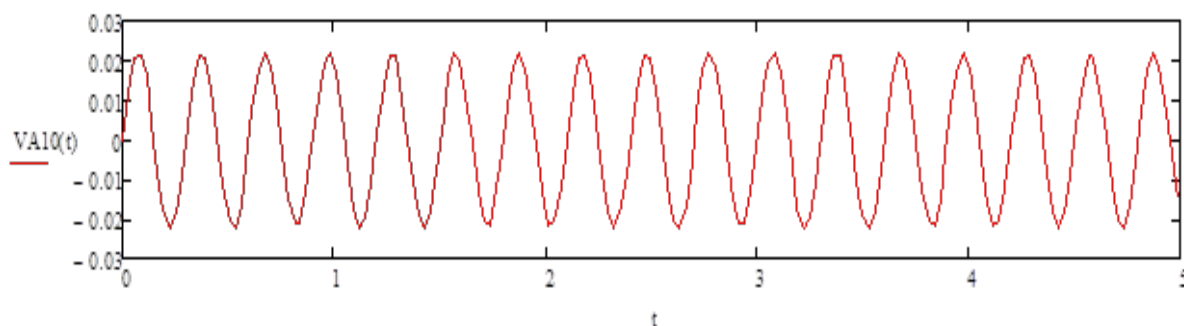


Рис. 3. Расчетный график виброускорения

Моделирование ременной передачи. Для примера рассмотрим ременную передачу двигателя КАМАЗ, которая приводит во вращение генератор и насос гидроусилителя (рис. 4). Шкив генератора диаметром 83 мм, шкив насоса диаметром 152 мм и они оба приводятся шкивом диаметром 221 мм.

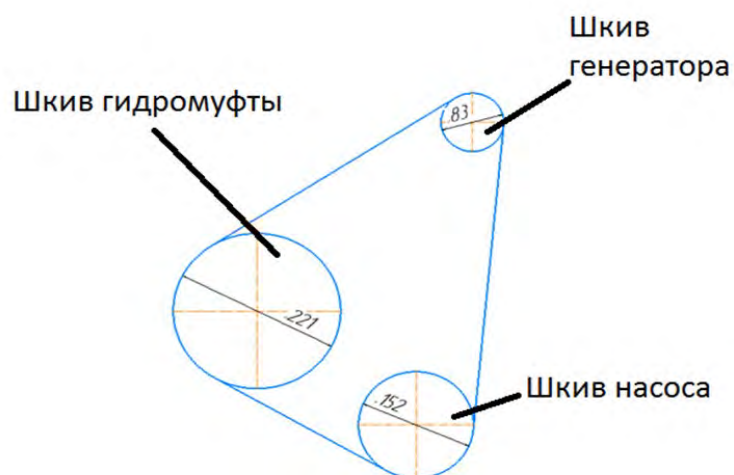


Рис. 4. Ременная передача привода генератора и насоса гидроусилителя

Из-за того что диаметры валов разные, то и угловые координаты тоже будут отличаться (рис. 5).

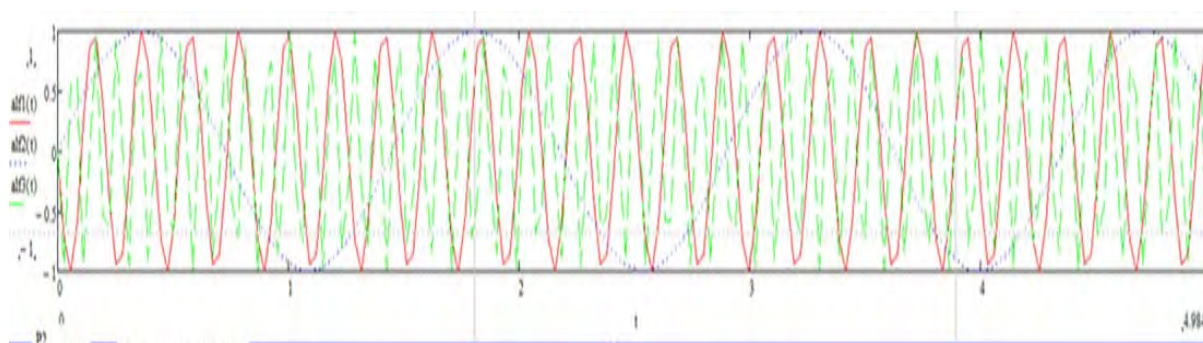


Рис. 5. График зависимостей угловых координат

Моделирование производится при заданных эксцентриситетах этих же шкивов, которые вызывают изменение натяжения ремня, вызовут и деформации валов, на которые установлены шкивы. Расчетный график виброускорения представлен на рис. 6. Амплитуда виброускорения $0,9 \text{ мм/с}^2$ при допустимых $1,4 \text{ м/с}^2$ [2].

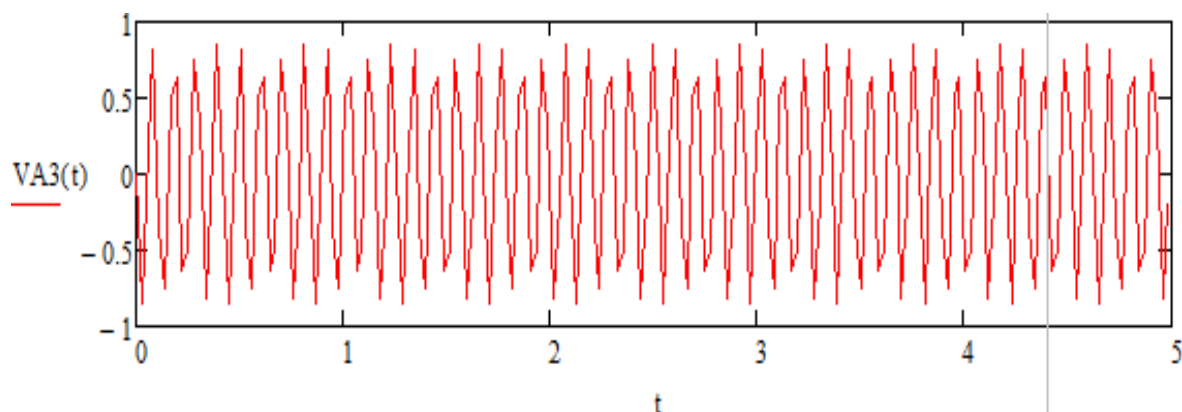


Рис. 6. График расчетного виброускорения вала при дефекте шкива

В представленной работе проведено исследование влияния особенностей сборки оборудования на его вибрационное состояние. Были произведены аналитические расчеты нагрузок от несоосности валов и от дефектов шкивов, а также спрогнозирована их вибрация.

Список источников

1. Иосилевич Г. Б., Лебедев П. А., Стреляев В. С. Прикладная механика : учебник. 2-е изд., стереотип. М. : Машиностроение, 2022. 576 с. ISBN 978-5-907523-00-5. URL: <https://e.lanbook.com/book/192989> (дата обращения: 11.11.2024).
2. Сан ПиН 2.2.4/2.1.8.562-96. Физические факторы производственной среды. Утв. и введены в действие Госкомсанэпиднадзора России от 31.10.1996 г. № 36.