

Л. Д. Дейнина

СТЭНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ЗУБЧАТЫХ ПАР.

Технические данные:

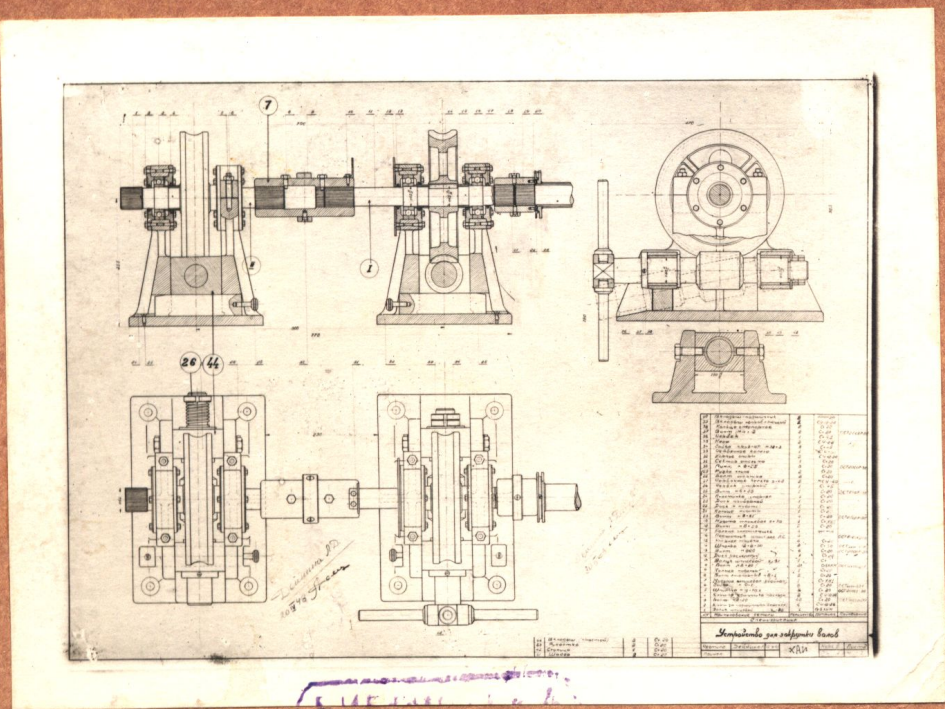
- Нагружающий момент 15000 кгсм.
- Максимальные обороты 3000 об/мин.
- Циркулирующая мощность 600 л.с.

Вопрос износа зубчатых колес является очень актуальным. Многие передачи, отлично работая на прочность, выходят из строя из-за быстрого износа. Это приносит большие убытки и поэтому в последнее время уделяют много внимания испытанию отдельных пар зубчатых колес и редукторов как на прочность, так и на износ.

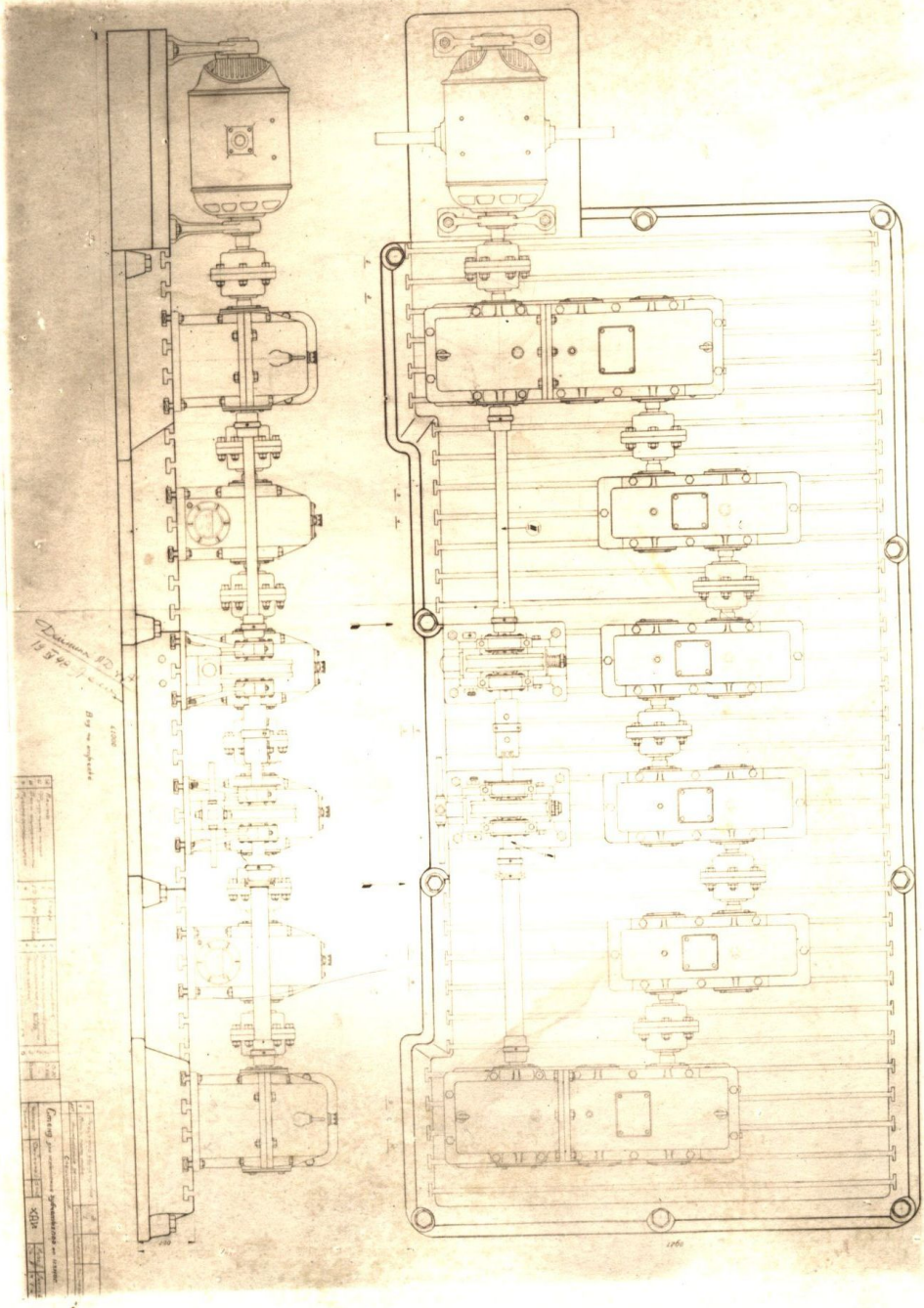
Различают два метода испытания зубчатых колес: разомкнутый и замкнутый.

Самым распространенным сейчас является первый метод, заключающийся в том, что нагружение зубчатых пар в редукторе производится путем затормаживания ведомого вала. В нашем проекте испытательного стэнда мы приняли второй способ испытания, характеризующий тем, что нагружение зубчатых пар осуществляется замкнутым силовым потоком, т.е. нагрузка на зубцы (давление зуба на зуб) создается внутренней силой упругой затяжки вследствие закручивания специальных гибких валиков.

Возможность раскручивания валиков исключается в нашей установке специальной острошлицевой муфтой (7) (фиг.2).



БИ.С.ХАР.И.Н. Фиг. 2

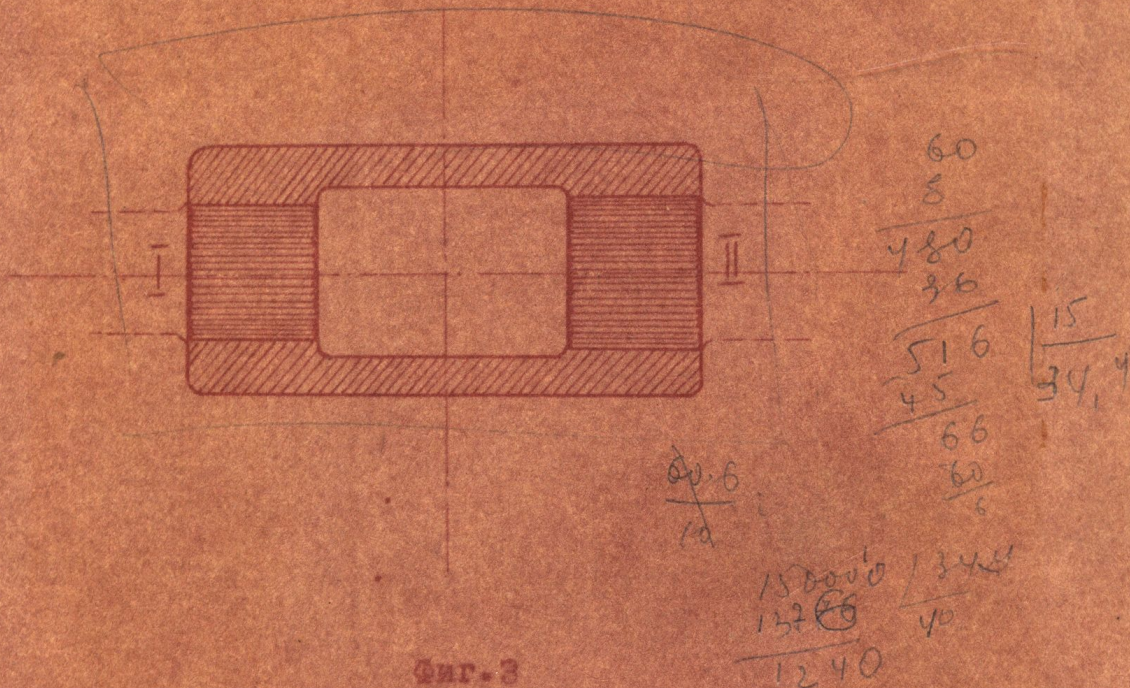


Handwritten notes in German:  
"Zylinder 100 mm Durchmesser"  
"18 5/8"

Technical drawing table with columns for:  
- Name  
- Zeichnung  
- Blatt  
- Stückzahl  
- Material  
- Fertigung  
- Datum  
- Unterschrift  
- Gezeichnet  
- Geprüft  
- Freigegeben

Замкнутый способ испытания зубчатых пар является наиболее совершенным и имеет ряд существенных преимуществ перед разомкнутой, именно: возможность достижения высоких нагрузок, незначительная мощность мотора для испытания, плавность нагрузки.

Весь станок состоит в основном из замкнутой цепи редукторов, созданной посредством зубчатых муфт и двух гибких валов, соединяющих два крайних редуктора (фиг. 1). Валики между собой соединены острошлицевой муфтой. Эта муфта, достаточно простая в изготовлении, дает возможность закручивать валики.



Фиг. 3

Муфта (и, соответственно, валики) имеет на одном конце 37 шлиц (валик 1) на другом - 38 шлиц (валик 2) (черт. 2 II и I).

На один зубец первого валика (и муфты) приходится  $9,72^\circ$ , на зубец второго валика -  $9,47^\circ$ . Если сдвинуть предварительно со шлиц, повернуть муфту на один зубец и снова немного надвинуть ее на второй валик, то шлицы второго валика не совпадут со шлицами муфты на разность углов  $9,72^\circ - 9,47^\circ = 0,25$  или

$$\Delta\varphi = 15'$$

Тогда закручивая валик II мы повернем и муфту на недостающий угол равный  $15'$  и таким образом, соединив уже муфтой II валика, нагрузим нашу систему минимальным моментом.

Максимальный закручивающий момент системы 15000 кг см. Он закручивает валики на угол, равный:

$$\varphi = \frac{M_{кр} l}{F J_p} = \frac{15000 \cdot 165 \cdot 32}{8 \cdot 105 \cdot 9 \cdot 384} = 0,15 \text{ радиан или } \varphi = 8,6^\circ$$

Следовательно, если момент в 15000 кг/см закручивает вал на  $8,6^\circ$  то  $\Delta\varphi = 0,15^\circ$  соответствует нагружающий момент равный 40 кг см.

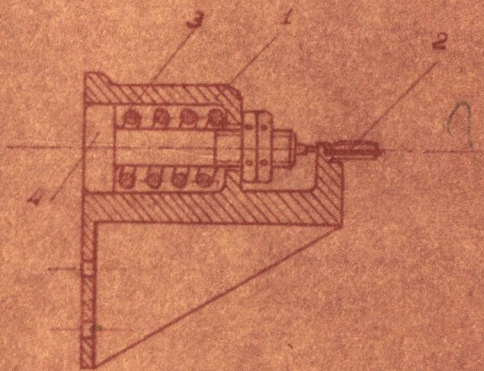
Действительный же минимальный нагружающий момент будет увеличиваться скачками не на 40 кг см, а значительно меньше,

так как закручиваться будут не только гибкие валики, но и все валы редукторов, кроме того еще надо учесть упругую деформацию зубцов, и, следовательно, полный угол закручивания будет значительно больше, а момент, соответствующий  $\Delta \varphi = 15'$ , будет меньше.

Но для испытания необходимо знать точно тот момент, который будет в системе после нагрузки и также в различные моменты периода испытания.

Для замера момента, которым мы нагрузили нашу систему для испытания данной партии нестерен, служит специальный пружинный динамометр с индикатором.

Эскиз динамометра



- 1. Корпус
- 2. Индикатор
- 3. Буферная пружина
- 4. Упор со стержнем

Уменьшение нагружающего момента, которое произойдет вследствие раскрутки вала в результате появления зазора между износившимися зубьями, устанавливается по величине зазора между штифтами на двух специальных дисках. Один из дисков закреплен непосредственно на валу, другой - на полной трубке, одетой на вал и закрепленной на другом конце гибкого валика. (Фиг. 4)



Фиг. 4

### Метод контроля раскрутки валов.

При закручивании валина эти диски, повернувшись друг относительно друга дадут зазор между штифтами, который будет уменьшаться по мере увеличения зазора между изнашившимися зубцами. Эти зазоры дают возможность валам раскручиваться. Степень уменьшения зазора между штифтами будет характеризовать степень раскрутки системы валов.

### Порядок проведения испытания зубчатых пар на износ.

I. Предназначенные для испытания зубчатые пары монтируют в редукторах, которые имеют специальные выкладки, дающие возможность изменять межцентровые расстояния в пределах  $137 \pm 240$  мм.

II. Все редукторы между собой соединяют зубчатыми муфтами.

III. Присоединяют к плите станда динамометр замера момента.

IV. Сдвинув со шпала муфту закрутить упругие валики, необходимо при закручивании валика II, удерживать от раскрутки валик I, который будет замыкающим звеном цепи. Он стопорится с помощью зубчатого колеса, напрессованного на валик, введенного в зацепление с червяком. Так как червяк допускает осевой ход (черт. 2 и 26, и 44), то от действия момента на червячное колесо он старается переместиться в осевом направлении. Но этому мешает упорный стержень динамометра. Вал застопорен.

Давление же червяка на упор динамометра передается на буферные пружины. Усадка этой пружины измеряется присоединенным индикатором. Зная жесткость пружины, мы найдем по усадке действующую на нее силу. Зная, кроме того, диаметр червячного колеса мы найдем нагружающий систему момент. (Действительный момент в системе не будет равен в различных редукторах, так как он будет поглощаться силами трения).

V. Закручивание гибкого валика II и всей системы валов производится вручную тоже с помощью червячной пары: колеса, напрессованного на валик и червячка.

VI. После закручивания валиков их соединяют островялицевой муфтой. Червяки сделаны откидными и после нагружения системы их следует вывести из зацепления с червячными колесами.

VII. Отсоединяют динамометр.

VIII. Замеряют зазор между штифтами дисков.

IX. Пускают мотор, обороты которого можно с помощью системы Дэвенардо плавно изменять.

Изменяя нагружающий момент, число оборотов мотора, сорт масла, температуру масла и вид смазки (под давлением или окунанием) можно подробно исследовать процесс износа и наиболее влияющие на него факторы. Кроме того одновременно можно установить срок службы и наиболее эффективный вид смазки.

Износ зубцов можно измерять по изменению очертания профиля зуба; по убили веса и по содержанию в масле железа и его окислов (калориметрический метод).

В этой установке можно подвергать испытанию как отдельные пары, взятые из любого редуктора, так и отдельные серии совершенно одинаковых шестерен. Ограничением для испытания являются предельные межцентровые расстояния и допустимая ширина испытываемых шестерен  $B$ , равная  $B = 80$  мм.