

Для вторых переходов варианты кодов будут: 2119; 21110; 21210; 21211; 21311; 21312; 21412; 21413. Аналогично можно записать коды для третьих и последующих переходов.

**ПРОГРАММА ВЫБОРА ЭЛЕМЕНТАРНОГО МАРШРУТА ОБРАБОТКИ
ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПО КОЭФФИЦИЕНТУ УТОЧНЕНИЯ**

Входные параметры

→ Обрабатываемый диаметр	d=	50 мм	Если нет допуска, укажите качество
→ Допуск размера поверхности заготовки	$\delta_{за}$ =	мм	→ Качество IT
→ Допуск размера поверхности детали	$\delta_{дет}$ =	мм	→ Качество IT

Уточненные стандартные величины допусков размеров поверхности заготовки и детали, мм по СІ СЭВ 144-75

$\delta_{за}$ =	3 мм	Квалитет IT	17
$\delta_{дет}$ =	0,046 мм	Квалитет IT	8

→ Тип обрабатываемой поверхности (Наружная - код=1, Внутренняя - код=2) 1 - Наружная цилиндрическая поверхность

→ Обрабатываемый материал (Сталь - код=1, Чугун - код=2) 2 - Обрабатываемый материал - Чугун

ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ МАРШРУТ ОБРАБОТКИ

Примечание: Расчет выполнен для максимально возможных параметров точности. Размер с меньшей точностью будет обеспечиваться гарантированно при выполнении расчетного количества переходов.

Общее количество переходов -	3 (Расчетное количество)
переход операция №1	
Однократное или предварительное точение. Точность IT13.	
Точность размера после выполнения перехода, мм -	0,46
переход операция №2	
Чистовое точение. Точность IT10.	
Точность размера после выполнения перехода, мм -	0,12
переход операция №3	
Окончательное или полу-чистовое шлифование. Точность IT8.	
Точность размера после выполнения перехода, мм -	0,046

П \ Программа \ Сводный \ Расчет для стали \ Расчет для чугуна \ Таблица допусков /

Рисунок 3 – Вариант представления результатов расчета

Данный метод позволяет выполнять расчёт по каждому критерию отдельно. После решения частных задач в каждом из блоков выполняем объединение результатов в один итоговый результат. Вариант представления итогового результата – типовой маршрут обработки с указанием параметров точности обрабатываемых поверхностей, получаемых на соответствующих этапах.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Проектирование технологий машиностроения на ЭВМ: Учебник для вузов/ О.В. Таратынов, Б.М. Базров, В.В. Клепиков и др.; Под ред. О.В. Таратынова. – М.: МГИУ, 2006. – 519
2. Справочник технолога-машиностроителя. Том 1 / Под ред. А. М. Дальского, А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова, А. Г. Сулова, М.: Машиностроение–1, 2001, 912 с.
3. Справочник технолога-машиностроителя. Том 2 / Под ред. А. М. Дальского, А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова, А. Г. Сулова, М.: Машиностроение –1, 2001, 944 с.

УДК 621

ИССЛЕДОВАНИЕ И НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗРУШЕНИЯ УЗЛА ПРИВОДА ГЛАВНОГО ДВИЖЕНИЯ ГИБОЧНОГО СТАНКА С ЧПУ

Добрияник Ю.А.¹

1) Брестский государственный технический университет
Брест, Республика Беларусь.

За последние четыре года эксплуатации гибочного станка происходили неоднократные разрывы вала (рисунок 1) гидроцилиндра ПГД. Предприятие СООО "СтальПродукт-Инвест" специализируется на изготовлении и производстве оборудования для нужд мясо-молочной промышленности и аграрной от-

расли из нержавеющей стали в Республике Беларусь. Данный вид оборудования на предприятии работает в две смены и при полной загрузке, поэтому его поломки, а соответственно и незапланированные простои обходятся достаточно дорого. После первой поломки были приглашены специалисты с сервисного центра (г. Минск), которые поменяли вал, однако через полгода вал разорвало снова. Для выяснения причины разрушения данного узла учебно-производственными мастерскими совместно с кафедрой машиноведения был проведен полный системный анализ и в дальнейшем сделаны соответствующие выводы.

При помощи Autodesk Inventor Professional получили точные физические параметры вала ПГД, которые в дальнейшем использовали для дальнейшего анализа:

$$m = 6,40631 \text{ кг}, S = 91233,5 \text{ мм}^2, V = 816090 \text{ мм}^3$$

центр масс $x=-74,5803\text{мм}$; $y=34,0596\text{мм}$; $z=-33,8386 \text{ мм}$, $\rho=7,85 \text{ г/см}^3$, $\sigma_p = 448\text{МПа}$. $\sigma_T = 275,8 \text{ МПа}$, $E = 200\text{ГПа}$. Материал вала – сталь 40Х (ГОСТ4543-71) – это конструкционная легированная сталь, содержащая от 0,36% до 0,44% углерода и хрома в интервале от 0,8% до 1,1% [1]. Эквивалентами стали 40Х являются стали: 45Х, 38ХА, 40ХН, 40ХС, 40ХФ, 40ХР. Область применения этой стали довольно разнообразен, хоть и сводится в большинстве своем к созданию из неё деталей вращения таких как: валы, оси, плунжеры, вал-шестерни, штоки, колленчатые и кулачковые валы, кольца, рейки, шпиндели, зубчатые венцы, оправки, полуоси, втулки и многие другие детали повышенной прочности, подвергающихся улучшению [1]. Для данного оборудования настройка стопорных гаек имеет ключевое значение, так как в зависимости от их высотного положения настраивается высота опускания рабочего органа станка, что влияет на угол загиба материала. Настройка осуществляется за счет электродвигателя, кинематически связанного с исследуемым валом. Принципиальная схема приведена на рисунке 1.

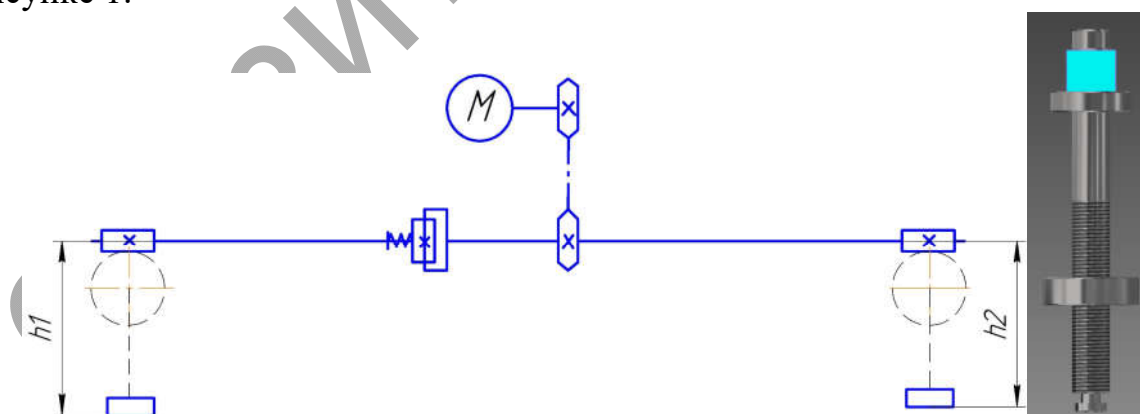


Рисунок 1 – Упрощенная кинематическая схема настройки и поверхность закрепления вала

Системный анализ был проведен при помощи программы Autodesk Inventor Professional [2] путем приложения максимально возможной нагрузки равной 160 кН для проверки его на растяжение, а так же приложение угловой силы к стопорной гайке для проверки данного вала на изгиб. Исходя из конструкции

данного станка, поверхностью закрепления вала является верхняя ступень вала диаметром 50 мм (рисунок 1).

Проведем три вида нагружения и исследуем каждый из них. В первом случае нагружение было проведено, когда стопорная гайка была в крайнем верхнем положении относительно резьбы (рисунок 2) и полученные результаты занесем в таблицу 1. Второй случай – при среднем расположении гайки (рисунок 3), и третий – при нижнем расположении стопорной гайки, результаты сводим в таблицу 1.

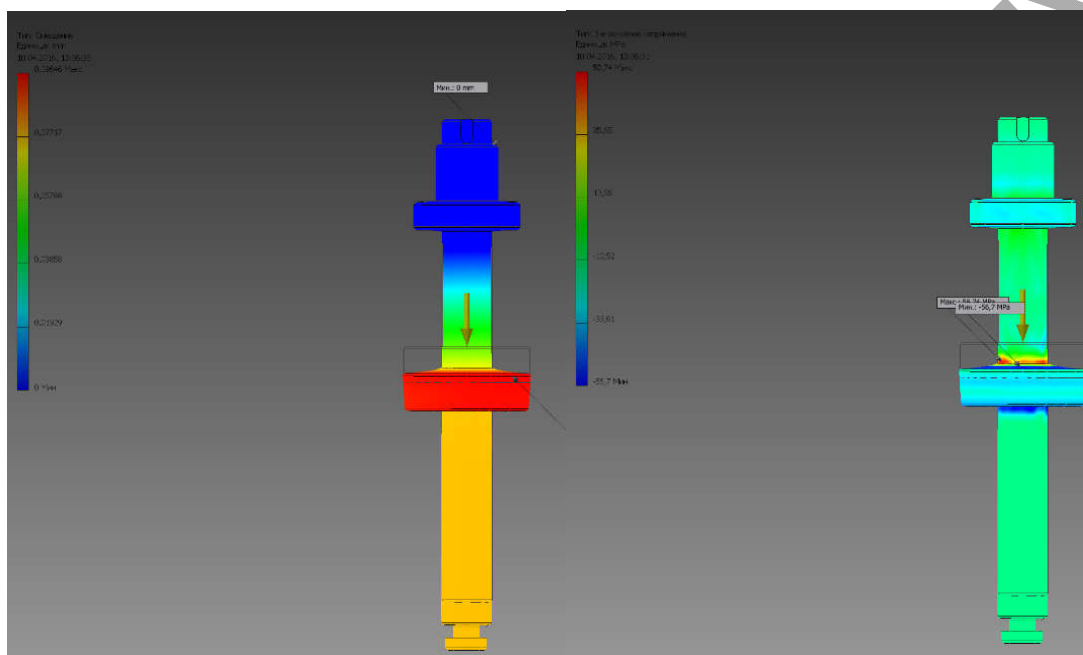


Рисунок 2 – Проверка на растяжение при верхнем расположении гайки

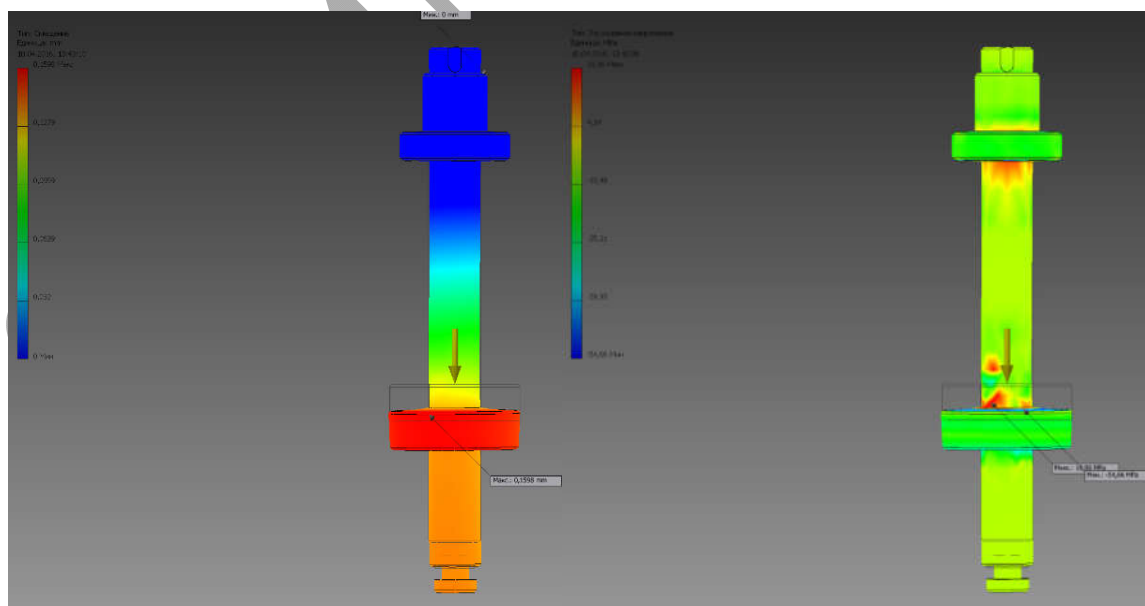


Рисунок 3 – Проверка на растяжение при среднем расположении стопорной гайки

Таблица 1 – Результаты при проверке на растяжение

Масса	6,40631 кг					
Вид нагружения	Верхнее		Среднее		Нижнее	
Напряжение по Мизесу	0,000078944 МПа	222,819 МПа	0,000215362 МПа	200,1 МПа	0,0947276 МПа	167,513 МПа
1-е осн. напряжение	-8,01257 МПа	294,063 МПа	-3,8076 МПа	220,821 МПа	-13,9762 МПа	193,483 МПа
3-е осн. напряжение	-56,7042 МПа	58,7441 МПа	-54,6554 МПа	18,9635 МПа	-87,5055 МПа	27,0866 МПа
Смещение	0 мм	0,096459 мм	0 мм	0,159821 мм	0 мм	0,22152 мм
Коэффициент запаса прочности	1,23778 бр	15 бр	1,37831 бр	15 бр	1,64644 бр	15 бр
Напряжение XX	-43,1783 МПа	90,7164 МПа	-43,5078 МПа	36,412 МПа	-74,426 МПа	46,1714 МПа
Напряжение XY	-14,2831 МПа	12,6937 МПа	-12,8712 МПа	14,0255 МПа	-13,88 МПа	13,9055 МПа
Напряжение XZ	-55,5864 МПа	67,6141 МПа	-30,7396 МПа	31,5994 МПа	-36,3161 МПа	33,2569 МПа
Напряжение YY	-43,277 МПа	93,2522 МПа	-43,6328 МПа	32,2625 МПа	-73,3994 МПа	46,9474 МПа
Напряжение YZ	-55,3005 МПа	47,5817 МПа	-31,3813 МПа	29,4963 МПа	-27,8113 МПа	31,3453 МПа
Напряжение ZZ	-56,195 МПа	263,465 МПа	-54,202 МПа	219,247 МПа	-53,2075 МПа	190,165 МПа
Смещение по оси X	-0,00420377 мм	0,00635479 мм	-0,00388557 мм	0,0090181 мм	-0,00336677 мм	0,0329037 мм
Смещение по оси Y	-0,00727385 мм	0,00352641 мм	-0,0254857 мм	0,0035926 мм	-0,0100932 мм	0,00370659 мм
Смещение по оси Z	-0,0964363 мм	0 мм	-0,159719 мм	0 мм	-0,220067 мм	0 мм
Контактное давление	0 МПа	465,028 МПа	0 МПа	530,816 МПа	0 МПа	507,327 МПа
Конт. давление по оси X	-306,164 МПа	229,778 МПа	-304,452 МПа	261,401 МПа	-281,278 МПа	239,82 МПа
Конт. давление по оси Y	-302,854 МПа	309,842 МПа	-326,078 МПа	356,396 МПа	-334,109 МПа	344,694 МПа
Конт. давление по оси Z	-333,48 МПа	44,413 МПа	-373,335 МПа	69,7322 МПа	-337,48 МПа	40,2446 МПа

Далее проверим вал на изгиб, что наблюдается во время работы станка при неправильной регулировке стопорных гаек. Нагружение было проведено под углом относительно оси вала, так как мы предполагаем что гайки были выставлены на разные высоты относительно друг друга, что в следствии и вызывало изгиб вала (рисунок 4). Результаты сведем в таблицу 2.

В ходе проведенного анализа можно сделать вывод, что вал не получает значительных смещений и деформаций при нагружении его вдоль оси. Однако, при неправильной регулировке стопорных гаек, сила начинает действовать на изгиб, что в данном случае повлечет за собой увеличение напряжения в 5 раз относительно нормального действия силы, что и приводит к разрыву вала вследствие циклических нагрузок (54,7 МПа против 232,2 МПа). Данные компьютерного моделирования полностью соответствуют натурному образцу вала после разрыва, следовательно, неправильная настройка данных гаек значительно сокращает срок эксплуатации исследуемого вала ПГД станка и основной упор в данном случае необходимо сделать на точную регулировку гаек, своевременную замену износившихся матриц и пуансонов и неукоснительное соблюдение организационно-технических мероприятий по проведению ППР.

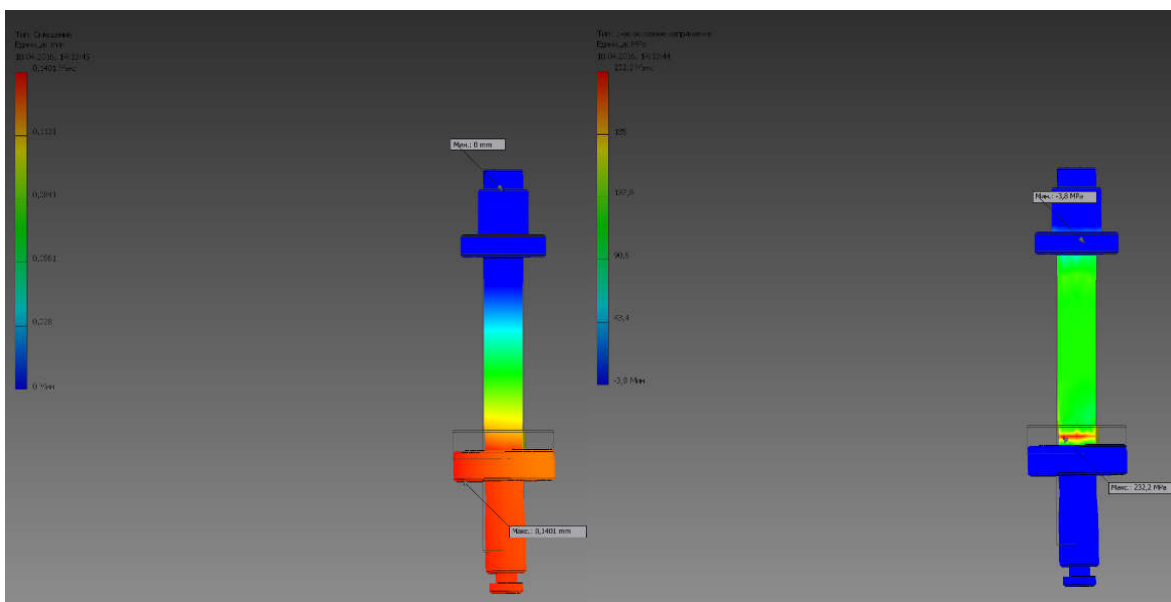


Рисунок 4 – Проверка на изгиб

Таблица 2 – Результаты при проверке на изгиб

	Минимальная	Максимальная
Напряжение по Мизесу	0,000190109 МПа	214,338 МПа
1-ое основное напряжение	-3,82513 МПа	232,168 МПа
3-е основное напряжение	-37,0915 МПа	20,0892 МПа
Смещение	0 мм	0,140139 мм
Напряжение XX	-17,8381 МПа	32,5293 МПа
Напряжение XY	-16,806 МПа	17,075 МПа
Напряжение XZ	-34,9543 МПа	31,7315 МПа
Напряжение YY	-16,474 МПа	44,1928 МПа
Напряжение YZ	-41,644 МПа	41,2042 МПа
Напряжение ZZ	-31,5924 МПа	231,215 МПа
Смещение по оси X	-0,0119487 мм	0,00633407 мм
Смещение по оси Y	-0,0202454 мм	0,00384183 мм
Смещение по оси Z	-0,139945 мм	0 мм
Контактное давление по оси X	-28,6105 МПа	20,4407 МПа
Контактное давление по оси Y	-19,7386 МПа	18,9519 МПа
Контактное давление по оси Z	-1023,46 МПа	292,862 МПа

Экономический эффект от внедрения данной методики на предприятии ООО "СтальПродукт-Инвест" составил 18 млн. руб.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Лахтин Ю. М., Леонтьева В. П. Материаловедение: Учебник для машиностроительных вузов. – 2-е изд., перер. и доп. – М.: Машиностроение. 1980. – 493 с.
2. Том Трембли. Autodesk Inventor 2013 и Inventor LT 2013. Основы. Официальный учебный курс. – ДМК-Пресс. 2013. – 344 с.