



**Конкурс научно-технических работ
молодых специалистов**

ПАО «ВАСО»

Название работы	Внедрение и отработка методов выполнения испытаний на новом оборудовании с широким применением средств автоматизации
Автор	Минаков Станислав Алексеевич Начальник лаборатории, ЦЗЛ
Предприятие	ПАО «ВАСО»

Воронеж

2016

Содержание

Цель работы.....	3
1. Сравнительные испытания пружинных цилиндров 148.00.5301.375.000 на испытательных машинах inspekt-5L и ИМ-05.....	4
2. Сравнительные испытания поковок марок 30ХГСА и 1933ТЗ на испытательных машинах РМ-5 и ЕУ-20.....	13
Вывод.....	44

Цель работы

1. Провести сравнительные испытания пружинных цилиндров 148.00.5301.375.000 на испытательных машинах inspekt-5L и ИМ-05 с целью экспериментального подтверждения пригодности приобретённого оборудования.

2. Провести сравнительные испытания и статистический анализ поковок 30ХГСА и 1933 Т3 на испытательной машине РМ-5 и ЕУ-20 с целью экспериментального подтверждения пригодности модифицированного оборудования для определения механических свойств металлических материалов и полуфабрикатов.

3. Выработать рекомендации по эксплуатации и рациональному использованию испытательных машин со средствами автоматизации.

1.Сравнительные испытания пружинных цилиндров 148.00.5301.375.000 на испытательных машинах inspekt-5L и ИМ-05

1.1 Испытания и сдача пружинных цилиндров по ТУ1.9603.5094.400.925

Перед снятием диаграммы работы пружинного цилиндра (тяги) производится 100-кратное (не менее) обжатие на величину полного рабочего хода, из них не менее 50 раз на сжатие и не менее 50 раз на растяжение.

После этого производится снятие диаграммы работы при прямом и обратном ходе. Допускается погрешность измерения хода штока в пределах $\pm 0,5$ мм кроме мест, оговорённых в чертеже.

Снятие диаграммы работы производится на прессе или специальном приспособлении, при установленном пружинном цилиндре в горизонтальном или вертикальном положении.

При установке пружинного цилиндра (тяги) вертикально, при снятии диаграммы необходимо вносить поправку веса цилиндра (тяги) в зависимости от установки пружинного цилиндра (тяги) – штоком вверх или штоком вниз, а также расположения силовых датчиков на прессе – внизу или вверху.

Практическая диаграмма работы пружинного цилиндра (тяги) определяется, как средняя величина усилий на прямом и обратном ходе.

1.2 Универсальная испытательная машина ИМ-05

Машина представляет собой многофункциональную установку для проведения испытаний на растяжение и сжатие. Диапазон нагрузок от 5 до 500 кгс. Для снятия диаграммы используется усилитель тензометрический четырёхканальный типа УТ4-1. Принцип действия, которого, заключается в усилении полезного сигнала на несущей частоте. Прибор УТ4-1 работает совместно со шлейфовым осциллографом, либо с другим самопишущим прибором, в нашем случае, с потенциометром КСП-4.

Технические характеристики машины ИМ-05

Максимальная сила испытания	5 кН
Диапазон измерения силы	1-100% от номинальной мощности датчика
Скорость перемещения траверсы	850 мм/мин
Скорость возврата	850 мм/мин
Шумовая нагрузка	макс. 70дБ
Температура для испытаний	10°-45°С
Относительная влажность воздуха	25-70%

1.3 Порядок проведения испытания на машине ИМ-05

1.3.1 Включаем усилитель УТ-4-1(прибор должен прогреться в течение получаса) и потенциометр КСП-4.

1.3.2 Производим балансировку измерительных мостов по активной и реактивной составляющим, постепенно увеличивая чувствительность усилителя до максимальной ручки регулировки «ЧУВСТВ» на передней панели усилителя.

1.3.3 Изучаем нормативно-техническую документацию на подлежащий испытанию цилиндр или тягу (технологический процесс, технические условия, чертеж и т.д.).

1.3.4 Устанавливаем пружинную тягу в приспособление, штоком вверх, при этом, если необходимо поднимаем или опускаем подвижную траверсу. Проверяем наличие требуемого хода штока.

1.3.5 Производим снятие диаграммы работы пружинной тяги при помощи потенциометра КСП-4, используя измерительный инструмент: штангенциркуль, линейка.

Нормы оценки допустимости дефектов, выявляемых при снятии диаграммы работы при прямом и обратном ходе, указываются в чертежах и технических условиях.

1.4 Универсальная испытательная машина inspekt-5L

Технические характеристики.

Максимальная сила испытания	5 кН
Диапазон измерения силы	0,4-100% от номинальной мощности датчика
Скорость перемещения траверсы	0,1-1000 мм/мин
Скорость возврата	не более 1000 мм/мин
Шумовая нагрузка	не более 65дБ
Температура для испытаний	5°-40° С
Относительная влажность воздуха	20-80%

Универсальная машина inspekt 5L предназначена для испытания пружинных цилиндров, тяг, пружин в динамических тестах. Конструкция машины представляет собой испытательную раму, состоящую из правой неподвижной траверсы, подвижной траверсы и левой неподвижной траверсы. Между правой неподвижной и подвижной траверсами находится стандартная испытательная камера. Она может взять на себя номинальную нагрузку машины. Левая испытательная камера в этом случае не используется.

Привод подвижной траверсы приводится в движение АС-серводвигателем двумя сцепленными между собой шарико-винтовыми парами. Все элементы электропитания, система аварийного отключения, измерительный усилитель, контроллер, регулятор процесса и серворегулятор помещены рядом с машиной в контроллерной камере. Управление машиной производится цифровым контроллером. Контроллер синхронно регистрирует измеряемые значения, регулирует привод и контролирует аппаратные и программные ограничители. Контроллер имеет высокое разрешение ± 180.000 разрядов (интервал записи – до 20 мс). Для мануального управления подвижной траверсы, служит панель управления программного обеспечения. Испытательная машина inspekt-5L может работать как в автономном режиме

(через ручную панель), так и под управлением ПК. Контакт между машинным управлением и программой пользователя производится через USB-порт.

1.5 Порядок проведения испытания на машине inspekt-5L

1.5.1 Изучаем нормативно-техническую документацию на подлежащий испытанию цилиндр или тягу (технологический процесс, технические условия, чертеж и т.д.).

1.5.2 Устанавливаем пружинную тягу в приспособления машины.

1.5.3 Проверяем наличие хода при помощи штангенциркуля.

1.5.4 В программе LabMaster настраиваем величину хода и скорость испытания.

1.5.5 После нажатия кнопки «СТАРТ» машина автоматически производит обжатие на заданную величину хода.

1.5.6 На полученной диаграмме определяем величины усилий.

1.5.7 По окончании выше перечисленных операций, распечатываем акт испытания.

1.6 Испытания тяги пружинной 148.00.5301.375.000 на универсальной испытательной машине ИМ-05

Нагрузки при сжатии по P1 и P2

Нагрузка P1, кгс сжатие	Частота		Нагрузка P2, кгс Сжатие	Частота	
	Абсолютная	Относительная, %		Абсолютная	Относительная, %
4,6	1	1,7	6,4	1	2,6
4,7	1	1,7	6,5	2	5,3
4,8	3	5,1	6,6	2	5,3
4,9	1	1,7	6,7	1	2,6
5,0	11	18,6	6,8	2	5,3
5,1	9	15,3	6,9	6	15,8
5,2	17	28,8	7,0	10	26,3
5,3	12	20,3	7,1	8	21,0
5,4	2	3,4	7,2	3	7,9
5,5	1	1,7	7,3	2	5,3
5,6	1	1,7	7,4	1	2,6
ВСЕГО	59	100	ВСЕГО	38	100

Нагрузки при растяжении по P1 и P2

Нагрузка P1, кгс растяжение	Частота		Нагрузка P2, кгс растяжение	Частота	
	Абсолютная	Относительная, %		Абсолютная	Относительная, %
4,6	1	1,7	6,4	1	1,7
4,7	1	1,7	6,5	4	6,9
4,8	3	5,1	6,6	3	5,1
4,9	1	1,7	6,7	4	6,9
5,0	15	26,0	6,8	11	19,0
5,1	7	12,1	6,9	8	13,9
5,2	16	27,7	7,0	13	22,4
5,3	10	17,2	7,1	9	15,6
5,4	2	3,4	7,2	2	3,4
5,5	1	1,7	7,3	2	3,4
5,6	1	1,7	7,4	1	1,7
ВСЕГО	58	100	ВСЕГО	58	100

1.7 Испытания тяги пружинной 148.00.5301.375.000 на универсальной испытательной машине inspekt-5L

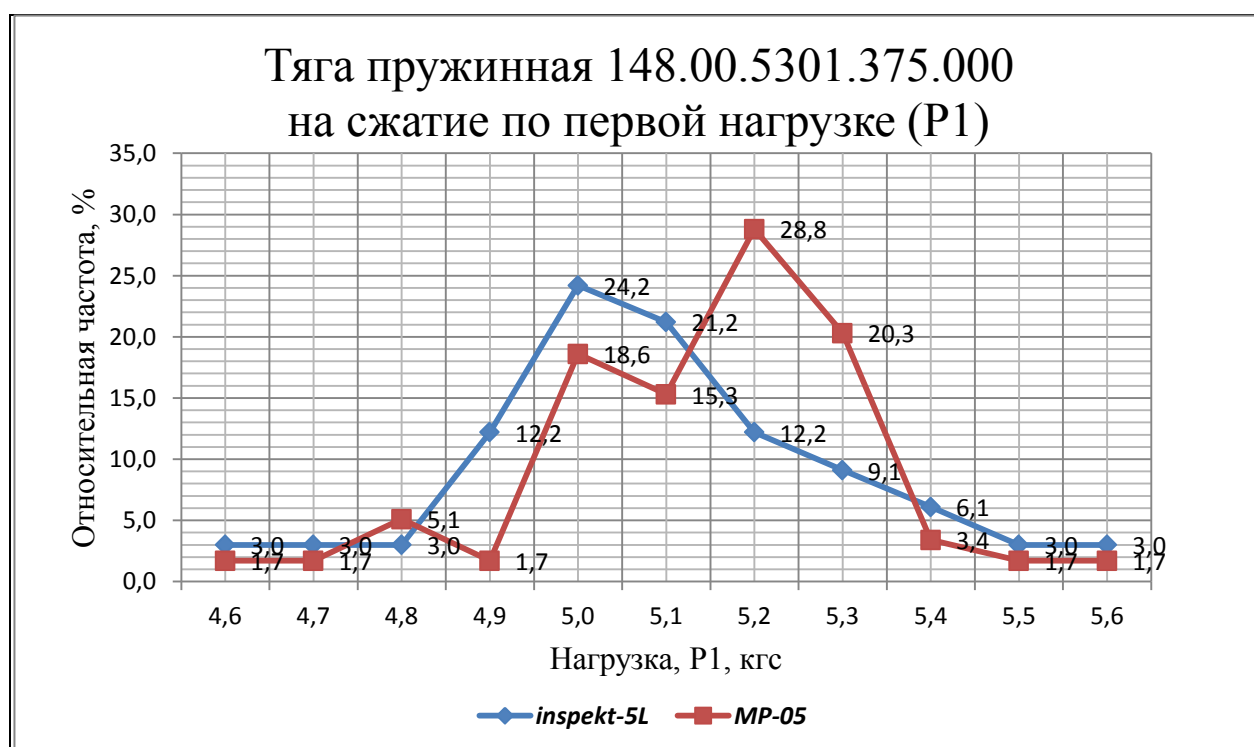
Нагрузки при сжатии по P1 и P2

Нагрузка P1, кгс сжатие	Частота		Нагрузка P2, кгс Сжатие	Частота	
	Абсолютная	Относительная, %		Абсолютная	Относительная, %
4,6	1	3,0	6,1	1	2,9
4,7	1	3,0	6,2	4	11,4
4,8	1	3,0	6,3	3	8,6
4,9	4	12,2	6,4	3	8,6
5,0	8	24,2	6,5	5	14,2
5,1	7	21,2	6,6	8	22,8
5,2	4	12,2	6,7	2	5,7
5,3	3	9,1	6,8	3	8,6
5,4	2	6,1	6,9	3	8,6
5,5	1	3,0	7,0	2	5,7
5,6	1	3,0	7,1	1	2,9
ВСЕГО	33	100	ВСЕГО	35	100

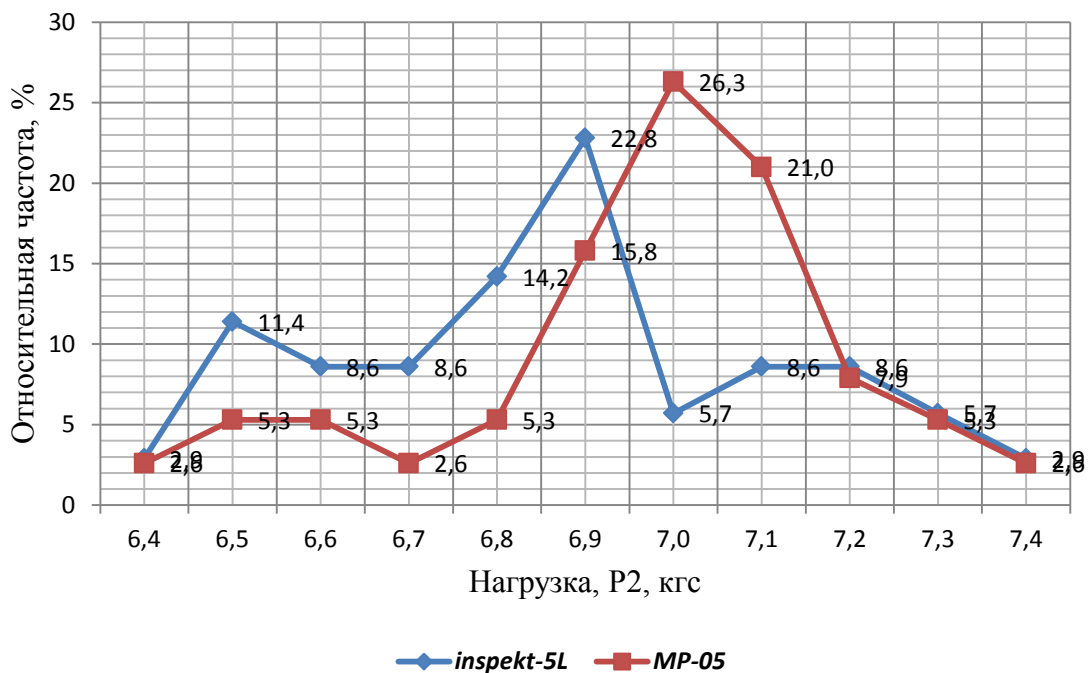
Нагрузки при растяжении по P1 и P2

Нагрузка P1, кгс растяжение	Частота		Нагрузка P2, кгс Растяжение	Частота	
	Абсолютная	Относительная, %		Абсолютная	Относительная, %
4,6	-	-	6,1	-	-
4,7	1	3,1	6,2	1	3,2
4,8	5	15,6	6,3	2	6,5
4,9	2	6,2	6,4	2	6,5
5,0	7	22,0	6,5	6	19,3
5,1	12	37,6	6,6	6	19,3
5,2	2	6,2	6,7	6	19,3
5,3	2	6,2	6,8	3	9,7
5,4	1	3,1	6,9	2	6,5
5,5	-	-	7,0	2	6,5
5,6	-	-	7,1	1	3,2
ВСЕГО	32	100	ВСЕГО	31	100

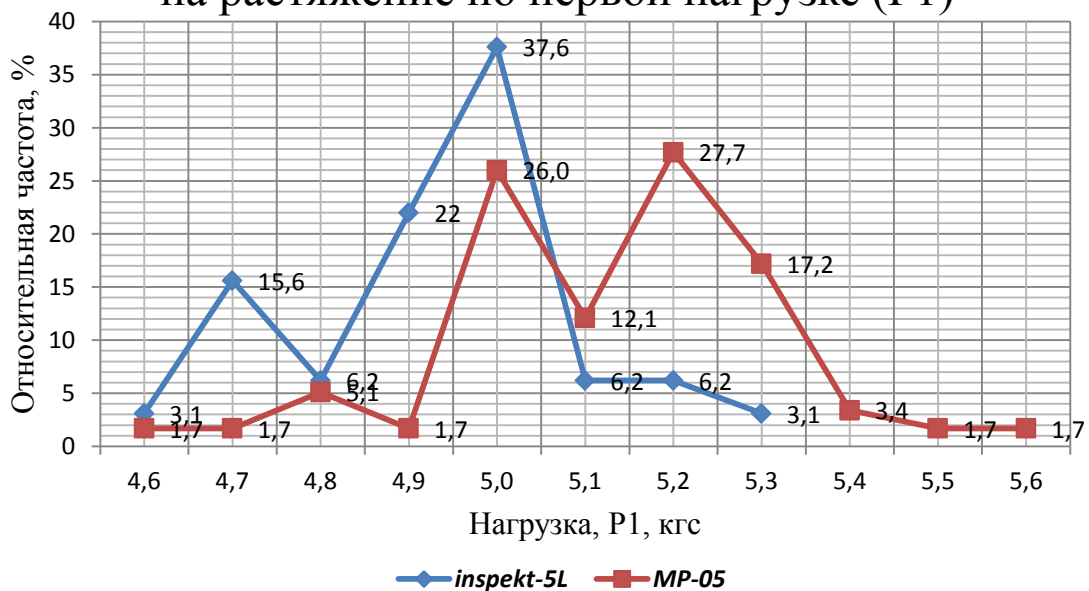
1.8 Статистические графики вероятностей параметров испытаний пружинной тяги 148.00.5301.375.000 на универсальной испытательных машинах inspekt-5L и ИМ-05



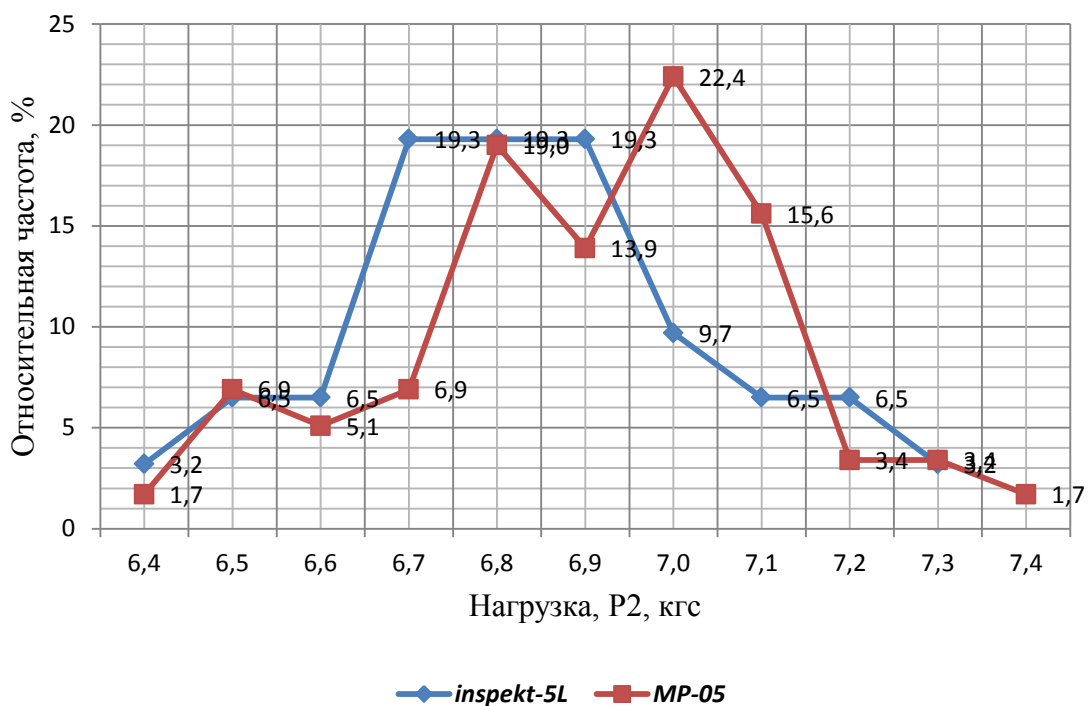
Тяга пружинная 148.00.5301.375.000 на сжатие по второй нагрузке (P2)



Тяга пружинная 148.00.5301.375.000 на растяжение по первой нагрузке (P1)



Тяга пружинная 148.00.5301.375.000 на растяжение по второй нагрузке (P2)



1.9 В ходе работы были проведены сравнительные испытания пружинной тяги 148.00.5301.375.000 на испытательных машинах inspekt-5L (2010г.в.) и ИМ-05 (1970г.в.), в результате чего были выявлены преимущества применения нового оборудования.

Достоинства, при испытании на inspekt 5 L по сравнению с работой на ИМ-05:

а) сокращение времени и затрат на испытание за счёт автоматизации испытаний и расчётов;

б) сокращение затрат на выписку протоколов испытаний за счёт вывода данных на печать;

в) высокая точность испытаний по нагрузке ($\pm 1\%$ в диапазоне от 0,4 до 100% от мощности датчика), по перемещению (до 0,001мм хода подвижной траверсы) и по времени (до 0,02с);

г) отсутствие необходимости прогрева электронных ламповых приборов;

д) при испытании в горизонтальном положении нет необходимости в коррекции нагрузок в зависимости от веса входящих деталей цилиндра;

е) высокая точность задания скорости испытания.

В результате анализа полученных данных по испытаниям пружинной тяги 148.00.5301.375.000 наблюдается различие в показаниях испытательных машин, не превышающее 2% от измеряемой нагрузки, по причине разной точности. На старом оборудовании 1 деление шкалы равняется 0,2 кгс, а на inspekt-5L обеспечивается точность показаний до 0,01 кгс. До 90% значений нагрузок, полученных на разных испытательных машинах, находятся в одном диапазоне.

В результате работы выработаны следующие рекомендации по эксплуатации и рациональному испытательной машины inspekt-5L:

1) для оперативной и корректной работы компьютера необходимо своевременно обновлять базу данных;

2) во избежании поломки изделия нужно проверять ход штока в тяге;

3) для упорядочивания хранения данных и облегчения поиска результатов испытания серию тестов следует называть по номеру чертежа испытываемого изделия или по номеру протокола в журнале регистраций;

4) необходимо спроектировать и изготовить оснастку для испытаний каждого чертёжного номера пружинных цилиндров и тяг.

2. Сравнительные испытания поковок марок 30ХГСА и 1933ТЗ на испытательных машинах РМ-5 и ЕU-20

2.1 Определение механических свойств по ГОСТ 1497-84

Согласно ГОСТ 1497-84, устанавливающему методы статических испытаний на растяжение черных и цветных металлов и изделий из них номинальным диаметром или наименьшим размером в поперечном сечении 3,0мм и более, лаборатория физико-механических свойств определяет следующие характеристики механических свойств:

- предел текучести условный;
- временное сопротивление;
- относительное удлинение после разрыва;
- относительное сужение поперечного сечения после разрыва.

Испытания проводят на двух образцах, если иное количество не предусмотрено в нормативно-технической документации на металлопродукцию.

Для испытания на растяжение применяют цилиндрические или плоские образцы диаметром или толщиной в рабочей части 3,0 мм и более с начальной расчётной длиной $l_0=5,65\sqrt{F_0}$ или $l_0=11,3\sqrt{F_0}$. Применение коротких образцов предпочтительнее.

При наличии указаний в НТД на металлопродукцию допускается применять и другие типы образцов, в том числе и непропорциональные, для которых начальная расчетная длина l_0 устанавливается независимо от начальной площади поперечного сечения образца F_0 .

Форма и размеры головок и переходных частей цилиндрических и плоских образцов определяются способом крепления образцов в захватах испытательной машины. Способ крепления должен предупреждать проскальзывание образцов в захватах, смятие опорных поверхностей, деформацию головок и разрушение образца в местах перехода от рабочей части к головкам и в головках.

Проведение испытаний и обработка результатов

Предел текучести условный с допуском на величину пластической деформации при нагружении $\sigma_{0,2}$ (или с иным установленным допуском) определяют по диаграмме, полученной на испытательной машине или с помощью специальных устройств.

При разногласиях в оценке качества металлопродукции определение предела текучести условного производится по диаграмме растяжения, полученной с применением тензометра.

Для определения предела текучести условного $\sigma_{0,2}$ (или с иным установленным допуском) по диаграмме растяжения вычисляют величину пластической деформации с учетом установленного допуска, исходя из длины рабочей части образца или начальной расчетной длины по тензометру.

При определении временного сопротивления σ_B скорость деформирования должна быть не более 0,5 от начальной расчетной длины образца, выраженной в мм/мин.

Для определения конечной расчетной длины образца разрушенные части образца плотно складывают так, чтобы их оси образовали прямую линию.

Измерение конечной расчетной длины образца проводится штангенциркулем при значении отсчета по нониусу 0,1 мм. Определение конечной расчетной длины образца проводится измерением расстояния между метками, ограничивающими расчетную длину.

Если расстояние от места разрыва до ближайшей из меток, ограничивающих расчетную длину образца, составляет $1/3$ или менее начальной расчетной длины и определенная величина относительного удлинения после разрыва не удовлетворяет требованиям нормативно-технической документации на металлопродукцию, то допускается проводить определение относительного удлинения после разрыва δ с отнесением места разрыва к середине.

Относительное удлинение образца после разрыва (δ) в процентах вычисляют по формуле

$$\delta = (l_k - l_0) \times 100 / l_0$$

В протоколе испытаний должно быть указано, на какой расчетной длине определено относительное удлинение после разрыва δ . Например, при испытании образцов с начальной расчётной длиной $l_0=5,65\sqrt{F_0}$ и $l_0=11,3\sqrt{F_0}$ относительное удлинение после разрыва обозначают δ_5 и δ_{10} соответственно.

Для определения относительного сужения ψ цилиндрического образца после разрыва измеряют минимальный диаметр d_K в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

Измерение минимального диаметра d_K проводится штангенциркулем с отсчетом по нониусу до 0,1 мм.

По среднему арифметическому из полученных значений вычисляют площадь поперечного сечения образца после, разрыва F_K .

Относительное сужение после разрыва (ψ) вычисляют по формуле

$$\psi = (F_0 - F_K) \times 100 / F_0$$

Результаты испытаний не учитывают:

а) при разрыве образца в захватах испытательной машины или за пределами расчетной длины образца;

б) при разрыве образца по дефектам металлургического производства и получении при этом неудовлетворительных результатов испытаний.

2.2 Машина для испытания конструкционных материалов РМ-5

Назначение и технические возможности РМ-5

Машина для испытания конструкционных материалов РМ-5 (в дальнейшем – машина) представляет собой multifunctional установку для проведения испытаний на растяжение, сжатие, изгиб и т.п., как с использованием реверсора, так и без него.

Технические характеристики машины РМ-5

Максимальная сила испытания, кН	50
Диапазон измерения нагрузки, кН	от 0,05 до 50
Шумовая нагрузка, дБ	не более 70
Максимальный ход подвижной траверсы, мм	не менее 700
Ширина рабочего пространства, мм	не менее 400
Диапазон скоростей перемещения активного захвата, мм/мин	от 0,5 до 200
Предел допускаемой вариации показаний машины, %, не более	±1
Температура для испытаний, °С	10°-35°
Относительная влажность воздуха, %	20-80
Питание от сети переменного тока: напряжение, В частота, Гц	400 ± 10 50
Потребляемая мощность, кВА, не более	2

Вследствие модернизации испытательной машины РМ-5 выявлены следующие преимущества применения данного испытательного оборудования:

а) сокращение времени и затрат на испытание за счёт автоматизации испытаний и расчётов;

б) сокращение затрат на выписку протоколов испытаний за счёт вывода данных на печать;

в) высокая точность испытаний по нагрузке ($\pm 1\%$ в диапазоне от 0,5 до 100% от мощности датчика), по перемещению (до 0,001мм хода подвижной траверсы) и по времени (до 0,02с);

г) высокая точность задания скорости испытания.

Принцип работы машины РМ-5 основан на принудительном деформировании образца при одновременном измерении нагрузки, прикладываемой к образцу, и соответствующей ей величине деформации образца.

Порядок проведения измерений механических свойств на РМ-5.

На цилиндрическом образце наносим расчетную длину, равной 5 диаметрам образца. Замеряем толщину образца микрометром и заносим показания в компьютер. При испытании листовых образцов используется измеритель деформации автоматический «ИДА-300». Устанавливаем образец в приспособление или захваты. Нажимаем кнопку «ТЕСТ» на пульте. После разрушения образец достается из приспособления и замеряется конечная расчётная длина и диаметр. По диаграмме растяжения проверяем правильность определения упругой зоны графика (для автоматического расчёта предела текучести и модуля упругости). Программное обеспечение test systems автоматически рассчитывает необходимые параметры испытания. Акт испытания распечатываем на принтере. Для рациональной и корректной работы компьютера необходимо своевременно создавать отдельную папку на каждый календарный год, а для упорядочивания хранения данных и облегчения поиска результатов испытания серию тестов следует называть по номеру чертежа испытываемого изделия или по номеру протокола в журнале регистраций.

2.3 Машина для испытания конструкционных материалов EU-20

Назначение и технические характеристики:

Машина для испытания конструкционных материалов EU-20 (в дальнейшем – машина) представляет собой multifunctional установку для проведения испытаний на растяжение, сжатие и изгиб.

Технические характеристики EU – 20

Максимальная сила испытания, кН	200
Диапазон измерения нагрузки, кН	от 0 до 200
Шумовая нагрузка, дБ	не более 75
Максимальный ход подвижной траверсы, мм	не менее 600
Ширина рабочего пространства, мм	не менее 450
Ход рабочего поршня, мм	не менее 250
Температура для испытаний, °С	5° – 40°
Относительная влажность воздуха, %	не более 80
Питание от сети переменного тока, напряжение, В частота, Гц	380 50
Потребляемая мощность, кВА	не более 3,8

В связи с неавтоматизированностью испытательных процессов выявлены следующие факторы, влияющие на неэффективность данного оборудования:

- а) повышенные затраты времени на испытание и расчеты образцов;
- б) большие трудозатраты на выписку протоколов испытаний.

Принцип работы машины EU-20 основан на принудительно прикладываемом усилие на образец при одновременном измерении нагрузки, приложенной к образцу, и соответствующей ей величине деформации образца.

Установка представляет собой испытательную машину и контрольно-измерительный шкаф. Части установки связаны между собой трубопроводами для гидравлического режима работы и кабелями для электрического режима работы.

Порядок проведения измерений механических свойств на EU-20:

На образце наносим расчетную длину, равной 5 диаметрам образца и измеряем толщину образца. Записываем полученные результаты в протокол

испытания. Устанавливаем образец в приспособление. С помощью панели управления производим нагружение. После разрушения образца измеряют конечную расчетную длину и диаметр шейки, вместе с максимальной нагрузкой записываются в протокол испытания. Далее проводится расчёт характеристик с помощью калькулятора или логарифмической линейки. Предел текучести определяется графическим способом по диаграмме растяжения, на которой производят необходимые построения с помощью линейки и измеряют нагрузку при пределе текучести. По окончании всех расчётов результаты заносят в протокол испытаний, который выписывают в двух экземплярах.

2.4 Испытания и графики испытаний поковок 30ХГСА в долевом направлении (согласно ТУ 1-92-156-90).

Механические свойства поковок, не менее			
σ_B , кгс/мм ²	$\sigma_{0,2}$, кгс/мм ²	δ , %	ψ , %
110	85	10	45

При обработке данных по механическим свойствам были выявлены следующие показатели.

Предел прочности:

- для м/м 30ХГСА в диапазоне от 120 до 140 кгс/мм² находятся 90% образцов, испытанных на старом оборудовании и 96% – на новом оборудовании. Уровень различий в средних показателях, полученных на старом и новом оборудовании не превышает 1,7 %.

Предел текучести:

- для м/м 30ХГСА в диапазоне от 105 до 125 кгс/мм² находятся 92% образцов, испытанных на старом оборудовании и 86% – на новом оборудовании. Уровень различий в средних показателях, полученных на старом и новом оборудовании не превышает 1,0 %.

Относительное удлинение:

- для м/м 30ХГСА в диапазоне от 13 до 18 % находятся 94% образцов, испытанных на старом оборудовании и 92% - на новом оборудовании. Уровень различий в средних показателях, полученных на старом и новом оборудовании не превышает 3,3%.

Относительное сужение:

- для м/м 30ХГСА в диапазоне от 50 до 60% находятся 90% образцов, испытанных на старом оборудовании и 92% – на новом оборудовании. Уровень различий в средних показателях, полученных на старом и новом оборудовании не превышает 0,3%.

По механическим свойствам 100% образцов разных партий плавок, при испытании на EU-20 и РМ-5, удовлетворяют требованиям ТУ 1-92-156-90.

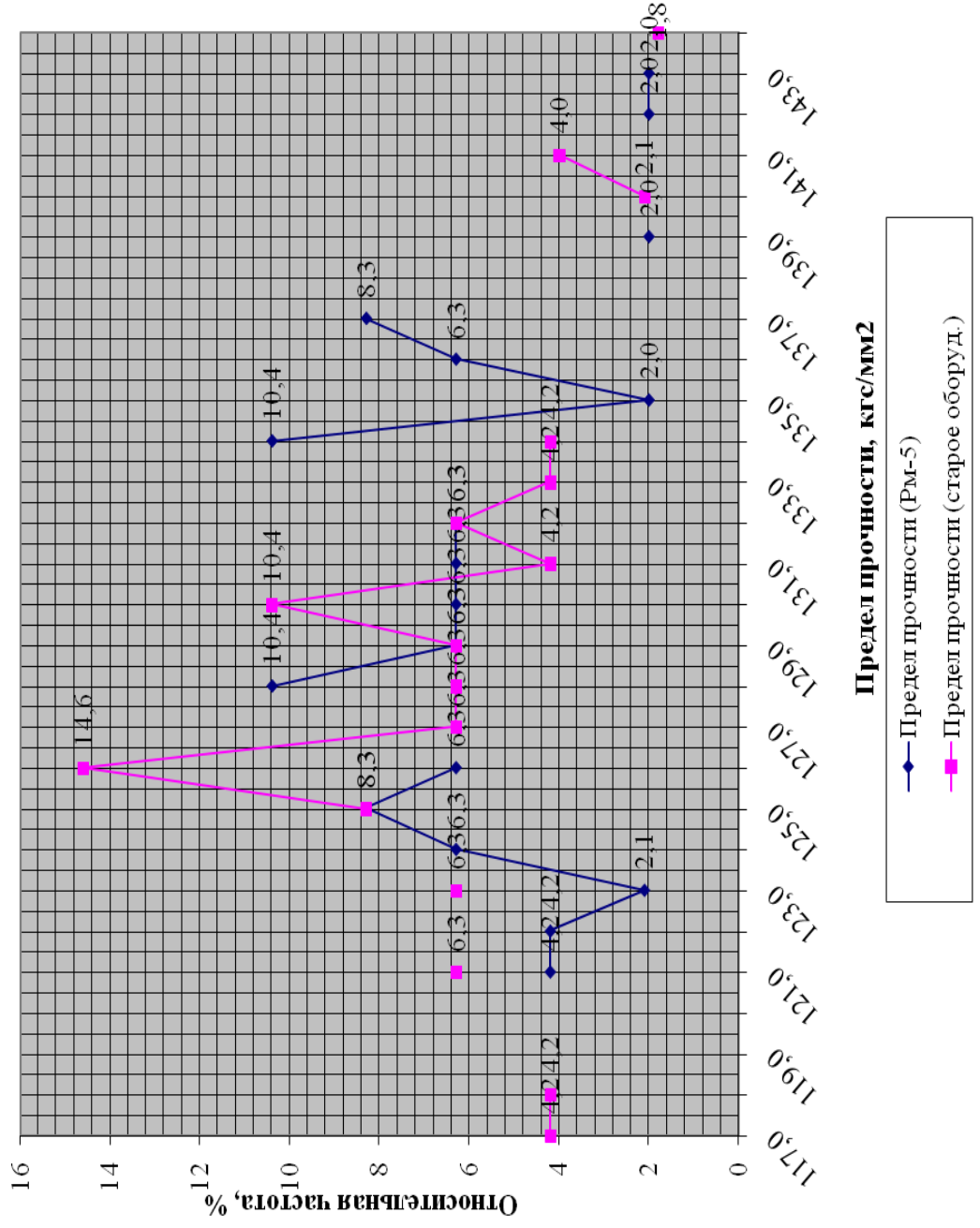
Поковки 30ХГСА в долевом направлении (РМ-5)

Предел прочности, кгс/мм ²	Абсолютная частота	Относительная частота, %
121,0	2	4,2
122,0	2	4,2
123,0	1	2,1
124,0	3	6,3
125,0	4	8,3
126,0	3	6,3
127,0		
128,0	5	10,4
129,0	3	6,3
130,0	3	6,3
131,0	3	6,3
132,0	3	6,3
133,0		
134,0	5	10,4
135,0	1	2,0
136,0	3	6,3
137,0	4	8,3
138,0		
139,0	1	2,0
140,0		
141,0		
142,0	1	2,0
143,0	1	2,0
144,0		
Итого	48	100,0

Предел прочности, σ , кгс/мм² (EU-20)

Предел прочности, кгс/мм ²	Абсолютная частота	Относительная частота, %
117,0	2	4,2
118,0	2	4,2
119,0		
120,0		
121,0	3	6,3
122,0		
123,0	3	6,3
124,0		
125,0	4	8,3
126,0	7	14,6
127,0	3	6,3
128,0	3	6,3
129,0	3	6,3
130,0	5	10,4
131,0	2	4,2
132,0	3	6,3
133,0	2	4,2
134,0	2	4,2
135,0		
136,0		
137,0		
138,0		
139,0		
140,0	1	2,1
141,0	2	4,0
142,0		
143,0		
144,0	1	1,8
Итого	48	100,0

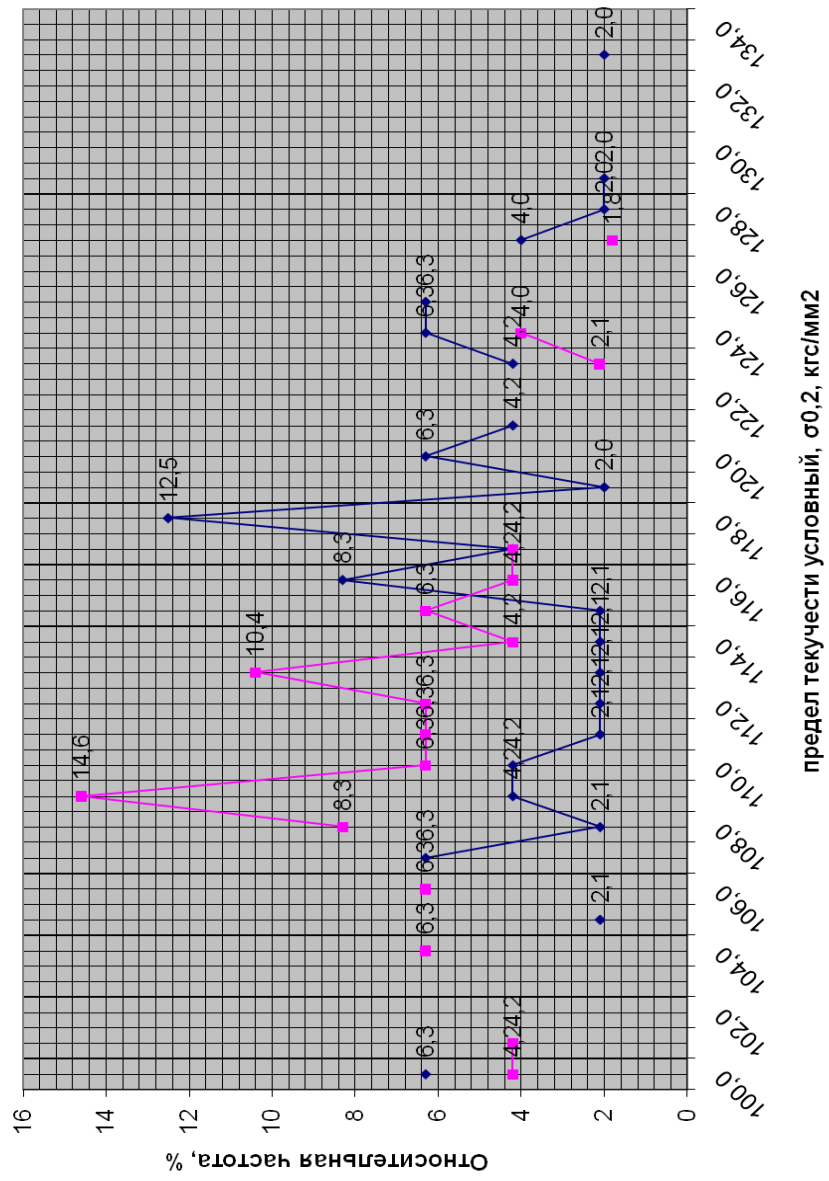
Предел прочности поковки 30ХГСА



Предел текучести условный, $\sigma_{0,2}$, кгс/мм ² (PM-5)		
Предел текучести условный	Абсолютная частота	Относительная частота, %
100,0	3	6,3
101,0		
102,0		
103,0		
104,0		
105,0	1	2,1
106,0		
107,0	3	6,3
108,0	1	2,1
109,0	2	4,2
110,0	2	4,2
111,0	1	2,1
112,0	1	2,1
113,0	1	2,1
114,0	1	2,1
115,0	1	2,1
116,0	4	8,3
117,0	2	4,2
118,0	6	12,5
119,0	1	2,0
120,0	3	6,3
121,0	2	4,2
122,0		
123,0	2	4,2
124,0	3	6,3
125,0	3	6,3
126,0		
127,0	2	4,0
128,0	1	2,0
129,0	1	2,0
130,0		
131,0		
132,0		
133,0	1	2,0
134,0		
Итого	48	100,0

Предел текучести условный, $\sigma_{0,2}$, кгс/мм ² (EU-20)		
Предел текучести условный	Абсолютная частота	Относительная частота, %
105,0		
106,0		
107,0		
108,0	2	4,2
109,0	2	4,2
110,0	3	6,3
111,0	1	2,1
112,0		
113,0	2	4,2
114,0	3	6,3
115,0	5	10,4
116,0	2	4,2
117,0	4	8,3
118,0	3	6,3
119,0	3	6,3
120,0	3	6,3
121,0	1	2,1
122,0	2	4,2
123,0	2	4,2
124,0	4	8,3
125,0	2	4,1
126,0	1	2,0
127,0		
128,0	2	4,0
129,0		
130,0		
131,0	1	2,0
Итого	48	100,0

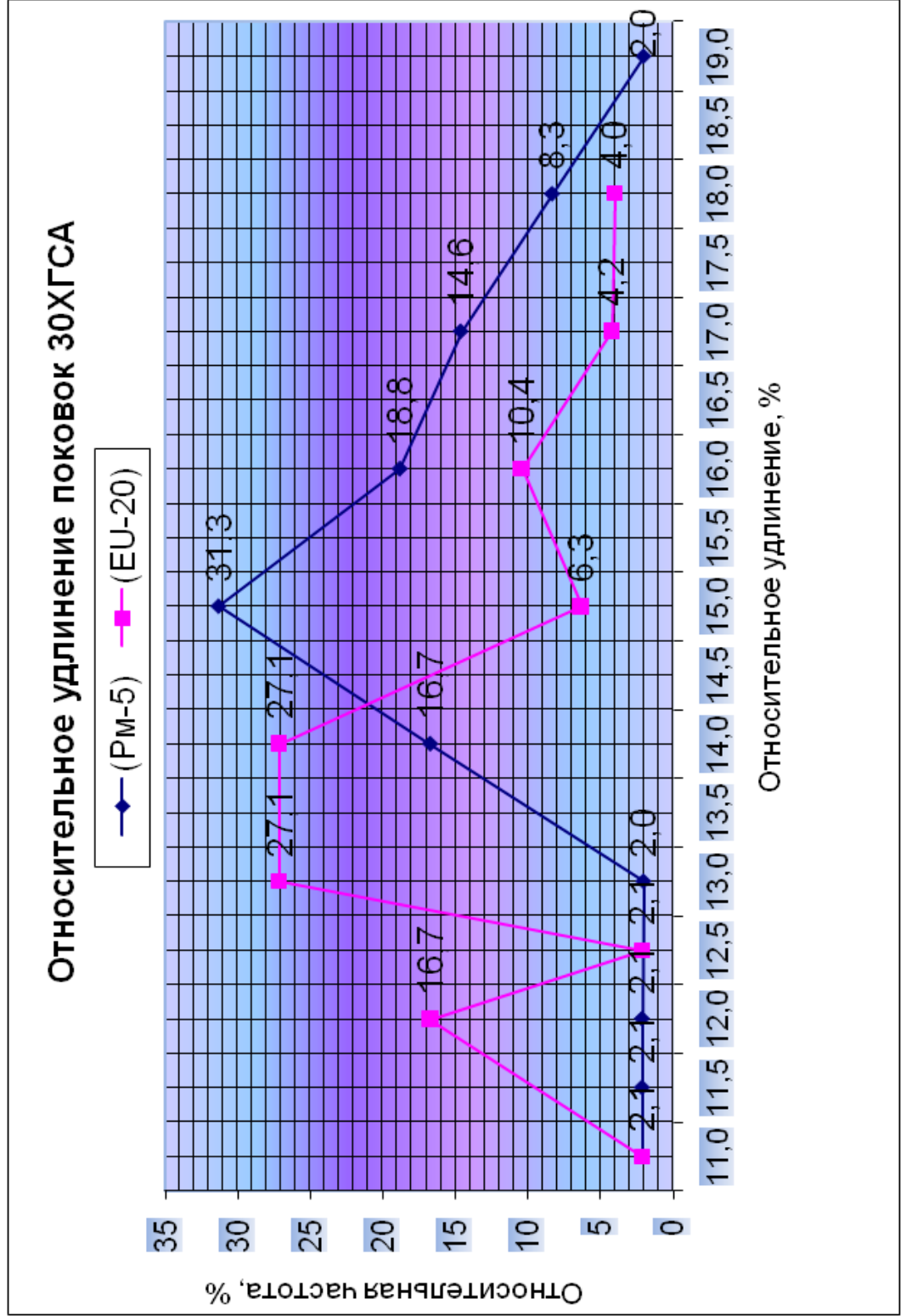
Предел текучести условный поковок 30ХГСА



—◆— Предел текучести условный (Рm-5) —■— Предел текучести условный, σ0.2, кг/мм2

Относительное удлинение, % (PM0-5)		
Относительное удлинение, %	Абсолютная частота	Относительная частота, %
11,0	1	2,1
11,5	1	2,1
12,0	1	2,1
12,5		
13,0	1	2,0
13,5		
14,0	8	16,7
14,5		
15,0	15	31,3
15,5		
16,0	9	18,8
16,5		
17,0	7	14,6
17,5		
18,0	4	8,3
18,5		
19,0	1	2,0
Итого	48	100,0

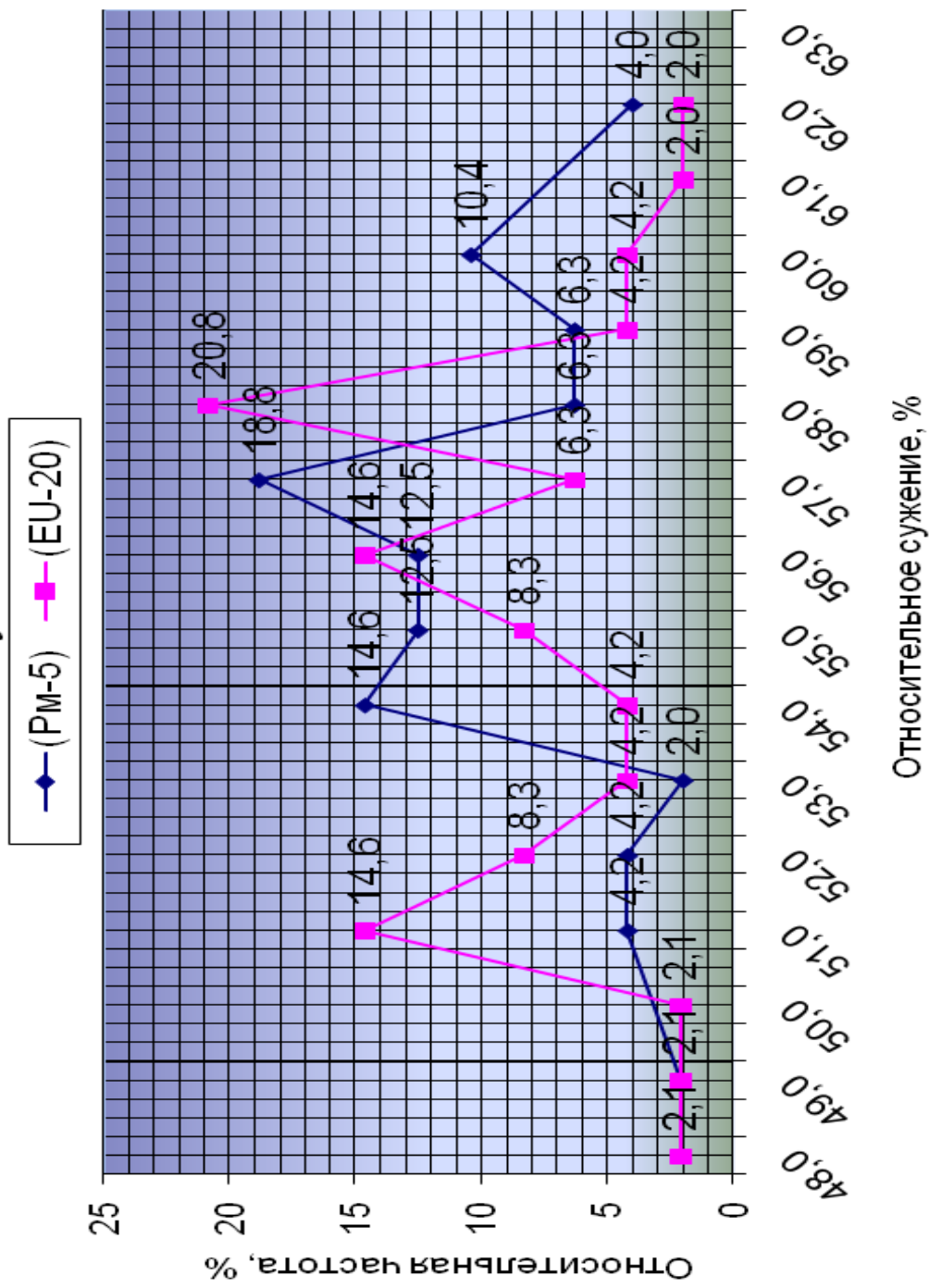
Относительное удлинение, % (старое оборудование-EU – 20)		
Относительное удлинение, %	Абсолютная частота	Относительная частота, %
12,0	1	2,1
12,5		
13,0	8	16,7
13,5	1	2,1
14,0	13	27,1
14,5		
15,0	13	27,1
15,5		
16,0	3	6,3
16,5		
17,0	5	10,4
17,5		
18,0	2	4,2
18,5		
19,0	2	4,0
Итого	48	100,0



Относительное сужение, % (PM-5)		
Относительное сужение, %	Абсолютная частота	Относительная частота, %
48,0	1	2,1
48,5		
49,0	1	2,1
49,5		
50,0		
50,5		
51,0	2	4,2
51,5		
52,0	2	4,2
52,5		
53,0	1	2,0
53,5		
54,0	7	14,6
54,5		
55,0	6	12,5
55,5		
56,0	6	12,5
56,5		
57,0	9	18,8
57,5		
58,0	3	6,3
58,5		
59,0	3	6,3
59,5		
60,0	5	10,4
60,5		
61,0		
61,5		
62,0	2	4,0
62,5		
63,0		
Итого	48	100,0

Относительное сужение, % (EU – 20)		
Относительное сужение, %	Абсолютная частота	Относительная частота, %
49,0	1	2,1
49,5		
50,0	1	2,1
50,5		
51,0	1	2,1
51,5		
52,0	7	14,6
52,5		
53,0	4	8,3
53,5		
54,0	2	4,2
54,5		
55,0	2	4,2
55,5		
56,0	4	8,3
56,5		
57,0	7	14,6
57,5		
58,0	3	6,3
58,5		
59,0	10	20,8
59,5		
60,0	2	4,2
60,5		
61,0	2	4,2
61,5		
62,0	1	2,0
62,5		
63,0	1	2,0
Итого	48	100,0

Относительное сужение попокков 30ХГСА



2.5 Испытания и графики испытаний поковок 1933Т3 в долевом направлении (согласно ТУ 1811-629-07510017-2009).

Номинальная толщина поковки, мм	Механические свойства поковок в долевом направлении, не менее		
	σ_B , кгс/мм ²	$\sigma_{0,2}$, кгс/мм ²	δ , %
до 150 вкл.	44 – 53	38 – 48	7
от 150 до 200 вкл.	44 – 53	38 – 48	7
от 200 до 300 вкл.	43 – 53	35 – 45	7
от 300 до 450 вкл.	43 – 53	34 – 45	7

При обработке данных по механическим свойствам были выявлены следующие закономерности:

Предел прочности:

- для 1933 в диапазоне от 44 до 53 кгс/мм² находятся 98% образцов, испытанных на старом оборудовании и 95% – на новом оборудовании; Уровень различий в средних показателях, полученных на старом и новом оборудовании не превышает 2,2%.

Предел текучести:

- для м/м 1933 в диапазоне от 38 до 47 кгс/мм² находятся 94% образцов, испытанных на старом оборудовании и 97 % – на новом оборудовании; Уровень различий в средних показателях, полученных на старом и новом оборудовании не превышает 2,6%.

Относительное удлинение:

- для м/м 1933 в диапазоне от 11 до 18 % находятся 88% образцов, испытанных на старом оборудовании и 94% – на новом оборудовании; Уровень

различий в средних показателях, полученных на старом и новом оборудовании не превышает 2,6%.

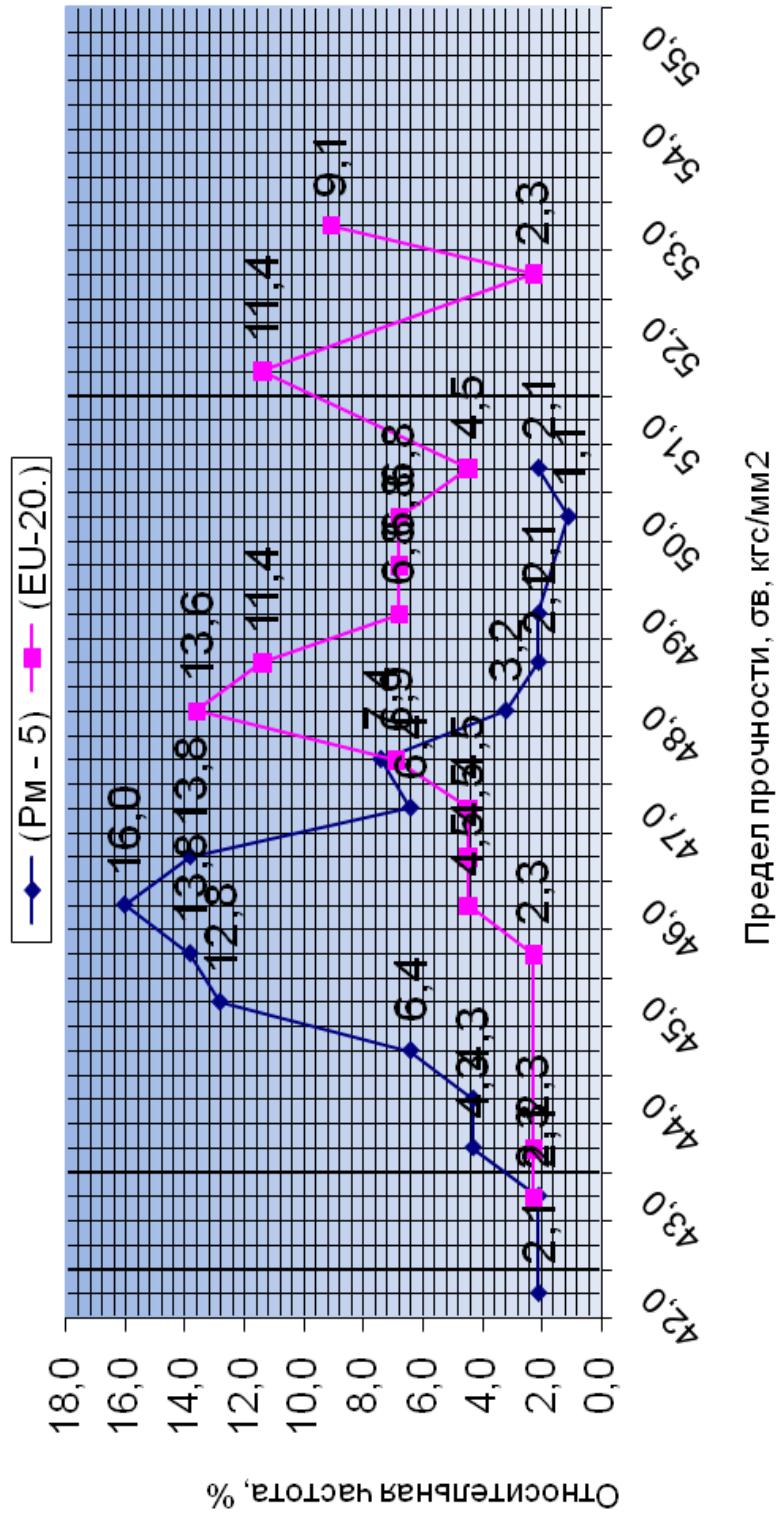
100% образцов разных плавов, по пределу текучести и относительному удлинению, испытанных на EU-20 и РМ-5 удовлетворяют требованиям ТУ 1811-629-07510017-2009.

По пределу прочности требованиям ТУ 1811-629-07510017-2009 удовлетворяют 98% образцов, испытанных на EU-20 и 95% образцов, испытанных на РМ-5. Не 100%-ное совпадение может быть объяснено тем, что статистической обработке подвергались результаты, полученные на образцах различных плавов-партий, а не результаты параллельных испытаний.

Предел прочности, σ , кгс/мм ² (Рм-5)		
Предел прочности, кгс/мм ²	Абсолютная частота	Относительная частота, %
42,0		
42,5		
43,0		
43,5	2	2,1
44,0		
44,5	2	2,1
45,0	4	4,3
45,5	4	4,3
46,0	6	6,4
46,5	12	12,8
47,0	13	13,8
47,5	15	16,0
48,0	13	13,8
48,5	6	6,4
49,0	7	7,4
49,5	3	3,2
50,0	2	2,1
50,5	2	2,1
51,0		
51,5	1	1,1
52,0	2	2,1
Итого	94	100,0

Предел прочности, σ , кгс/мм ² (EU-20)		
Предел прочности, кгс/мм ²	Абсолютная частота	Относительная частота, %
42,0		
42,5		
43,0	1	2,3
43,5	1	2,3
44,0		
44,5		
45,0		
45,5	1	2,3
46,0	2	4,5
46,5	2	4,5
47,0	2	4,5
47,5	3	6,9
48,0	6	13,6
48,5	5	11,4
49,0	3	6,8
49,5	3	6,8
50,0	3	6,8
50,5	2	4,5
51,0		
51,5	5	11,4
52,0		
52,5	1	2,3
53,0	4	9,1
53,5		
54,0		
54,5		
55,0		
Итого	44	100,0

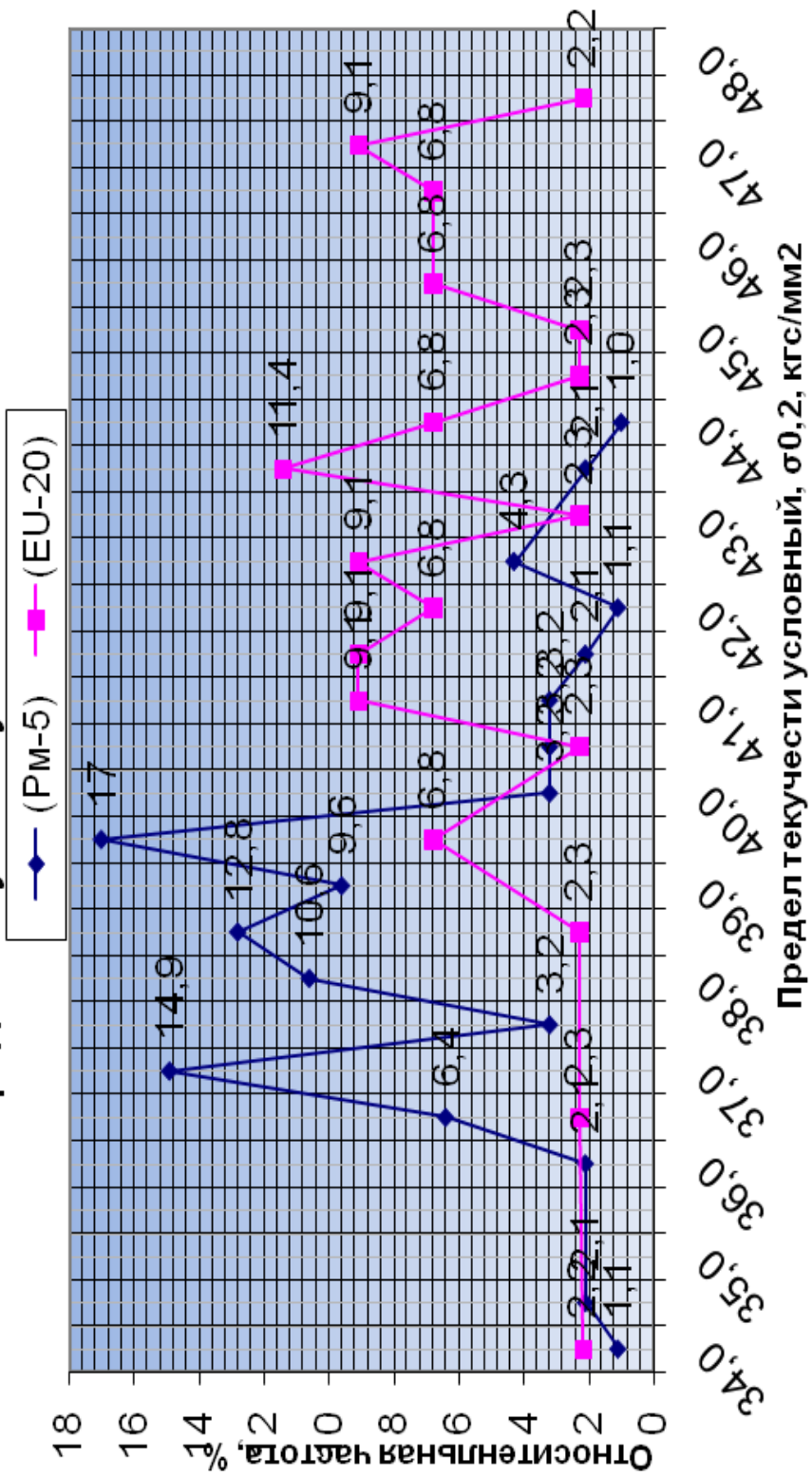
Предел прочности поковки 1933Т3



Предел текучести условный, $\sigma_{0,2}$, кгс/мм ² (Рм-5)		
Предел текучести условный	Абсолютная частота	Относительная частота, %
34,0		
34,5		
35,0		
35,5		
36,0		
36,5	1	1,1
37,0	2	2,1
37,5		
38,0		
38,5	2	2,1
39,0	6	6,4
39,5	14	14,9
40,0	3	3,2
40,5	10	10,6
41,0	12	12,8
41,5	9	9,6
42,0	16	17
42,5	3	3,2
43,0	3	3,2
43,5	3	3,2
44,0	2	2,1
44,5	1	1,1
45,0	4	4,3
45,5		
46,0	2	2,1
46,5	1	1,0
47,0		
47,5		
48,0		
Итого	94	100,0

Предел текучести условный, $\sigma_{0,2}$, кгс/мм ² (EU-20)		
Предел текучести условный	Абсолютная частота	Относительная частота, %
34,0	1	2,2
34,5		
35,0		
35,5		
36,0		
36,5	1	2,3
37,0		
37,5		
38,0		
38,5	1	2,3
39,0		
39,5	3	6,8
40,0		
40,5	1	2,3
41,0	4	9,1
41,5	4	9,1
42,0	3	6,8
42,5	4	9,1
43,0	1	2,3
43,5	5	11,4
44,0	3	6,8
44,5	1	2,3
45,0	1	2,3
45,5	3	6,8
46,0		
46,5	3	6,8
47,0	4	9,1
47,5	1	2,2
48,0		
Итого	44	100,0

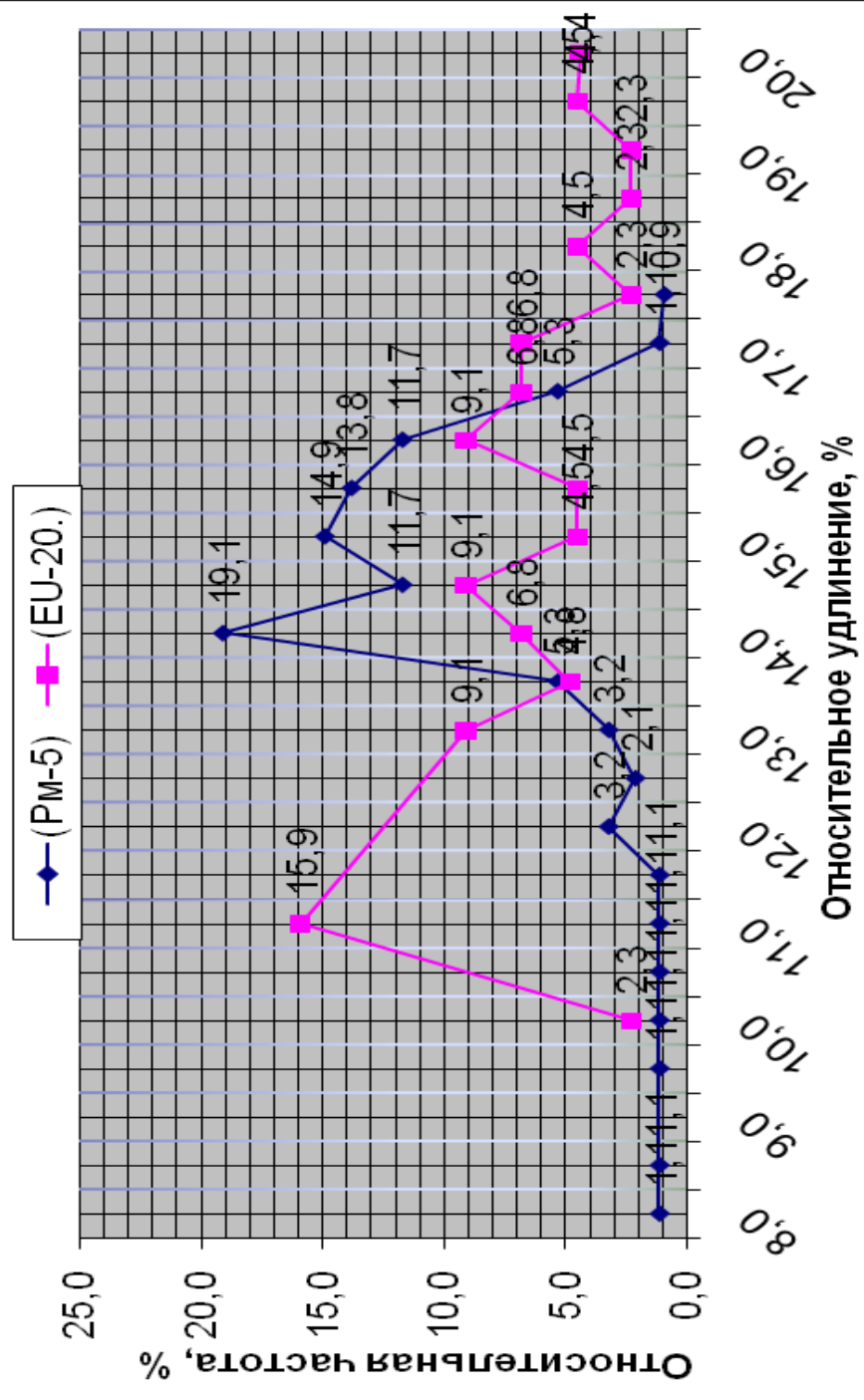
Предел текучести условный поковок 1933ТЗ



Относительное удлинение, % (Рм-5)		
Относительное удлинение, %	Абсолютная частота	Относительная частота, %
8,0		
8,5		
9,0	1	1,1
9,5	1	1,1
10,0		
10,5	1	1,1
11,0	1	1,1
11,5	1	1,1
12,0	1	1,1
12,5	1	1,1
13,0	3	3,2
13,5	2	2,1
14,0	3	3,2
14,5	5	5,3
15,0	18	19,1
15,5	11	11,7
16,0	14	14,9
16,5	13	13,8
17,0	11	11,7
17,5	5	5,3
18,0	1	1,1
18,5	1	0,9
19,0		
19,5		
20,0		
Итого	94	100,0

Относительное удлинение, % (EU-20)		
Относительное удлинение, %	Абсолютная частота	Относительная частота, %
8,0		
8,5		
9,0		
9,5		
10,0	1	2,3
10,5		
11,0	7	15,9
11,5		
12,0		
12,5		
13,0	4	9,1
13,5	2	4,8
14,0	3	6,8
14,5	4	9,1
15,0	2	4,5
15,5	2	4,5
16,0	4	9,1
16,5	3	6,8
17,0	3	6,8
17,5	1	2,3
18,0	2	4,5
18,5	1	2,3
19,0	1	2,3
19,5	2	4,5
20,0	2	4,4
Итого	44	100,0

Относительное удлинение поковки 1933ТЗ



В результате отработки методов выполнения измерений на модернизированной машине Рм-5 подтверждены ее преимущества, заключающиеся в более точном определении механических свойств за счет применения автоматических средств измерения, увеличения масштаба диаграммы «растяжение-сжатие», автоматической обработки данных.

Рекомендации к методике выполнения измерений на Рм-5:

- для оперативной и корректной работы компьютера необходимо своевременно создавать отдельную папку на календарный год;
- для упорядочивания хранения данных и облегчения поиска результатов испытания серию тестов следует называть по номеру чертежа испытываемого изделия или по номеру протокола в журнале регистраций.

В результате отработки статистических данных результатов испытаний механических свойств образцов поковок из стали 30ХГСА и алюминиевого сплава 1933Т3 разных партий плавок, проведенных на модернизированной машине Рм-5 и старом оборудовании ЕУ-20, наблюдается высокая сходимость результатов, разброс средних значений механических свойств составляет от 0,3 до 3,3%.

По механическим свойствам 100% образцов, испытанных на ЕУ-20 и Рм-5, удовлетворяют требованиям НТД, за исключением четырёх выпадов по пределу прочности поковок из сплава 1933Т3 (полученных как на старом, так и на новом оборудовании), что свидетельствует о возможности применения модернизированного оборудования для проведения контроля механических свойств.

Вывод

В ходе работы были проведены сравнительные испытания пружинных тяг и образцов на испытательных машинах 2010 г.в. и 70-80х гг.в., в результате чего были выявлены преимущества применения нового оборудования.

Достоинства:

а) сокращение времени и затрат на испытание за счёт автоматизации испытаний и расчётов;

б) сокращение затрат на выписку протоколов испытаний за счёт вывода данных на печать;

в) высокая точность испытаний по нагрузке, перемещению и по времени;

г) отсутствие необходимости прогрева электронных ламповых приборов;

д) при испытании в горизонтальном положении нет необходимости в коррекции нагрузок в зависимости от веса входящих деталей цилиндра (для пружинных цилиндров);

е) высокая точность задания скорости испытания.

В результате анализа полученных данных по испытаниям наблюдается высокая сходимость результатов, разброс средних значений составляет от 0,3 до 3,3%.

В результате работы выработаны следующие рекомендации по эксплуатации и рациональному использованию испытательных машин применением средств автоматизации:

1) для оперативной и корректной работы компьютера необходимо своевременно обновлять базу данных (от раза в квартал до раза в год);

2) во избежании поломки изделия нужно проверять ход штока (для пружинных цилиндров);

3) для упорядочивания хранения данных и облегчения поиска результатов испытания серию тестов следует называть по номеру чертежа испытываемого изделия или по номеру протокола в журнале регистраций.

В результате отработки методов выполнения измерений на новейших и модернизированных машинах подтверждены их преимущества, заключающиеся в более точном определении параметров за счет применения автоматических средств измерения, увеличения масштаба диаграммы «нагрузка-удлинение» («нагрузка-время»), а также за счёт автоматической обработки данных.