

Зам. начальника НИТИЦ _____ А.В. Данилов

« dd » мая 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ

ОТЧЕТ

по результатам тестирования дефектоскопических комплектов для капиллярного контроля отечественных производителей

1. Целью тестирования является сравнение материалов для капиллярного контроля отечественных производителей и выбор наиболее подходящего комплекта для выполнения работ в АО «ПО «Севмаш».

2. Объектами тестирования выбраны дефектоскопические комплекты, представленные в таблице 1. Все наборы представлены в аэрозольных баллонах, имеют схожие характеристики и одинаковую заявленную чувствительность.

Таблица 1 – Объекты тестирования

Производитель	Очиститель	Пенетрант	Проявитель
«Элитест»	P11	П42 П84 (люминесцентный)	ПР21 ПР20 (быстросохнущий)
«Клевер»	КЛ	ПК	ДП
«Азимут»	ПРО-98о	ПРО-98к	ПРО-98п
«Инвотекс»	ОС-41	ПС-42 ПФ-01 (люминесцентный)	ПС-43

3. Программа тестирования:

- 1) проверка чувствительности наборов на контрольных образцах;
- 2) выбор объектов контроля различного типа, из разных марок материала и с различной шероховатостью;
- 3) подготовка объектов контроля перед тестированием каждого комплекта;
- 4) проведение контроля в соответствии с РД5Р.9537-80;
- 5) анализ полученных результатов.

4. Тестирование дефектоскопических комплектов.

4.1 Чувствительность анализируемых наборов проверена путем проведения полного цикла контроля на контрольных образцах I и II класса чувствительности, выявленный дефект соответствует фотографии в паспорте. Яркость и контрастность выявленного индикаторного следа лучше у комплектов «Азимут» и «Инвотекс». Результаты приведены в таблицах 2,3.

Таблица 2 – Результаты контроля

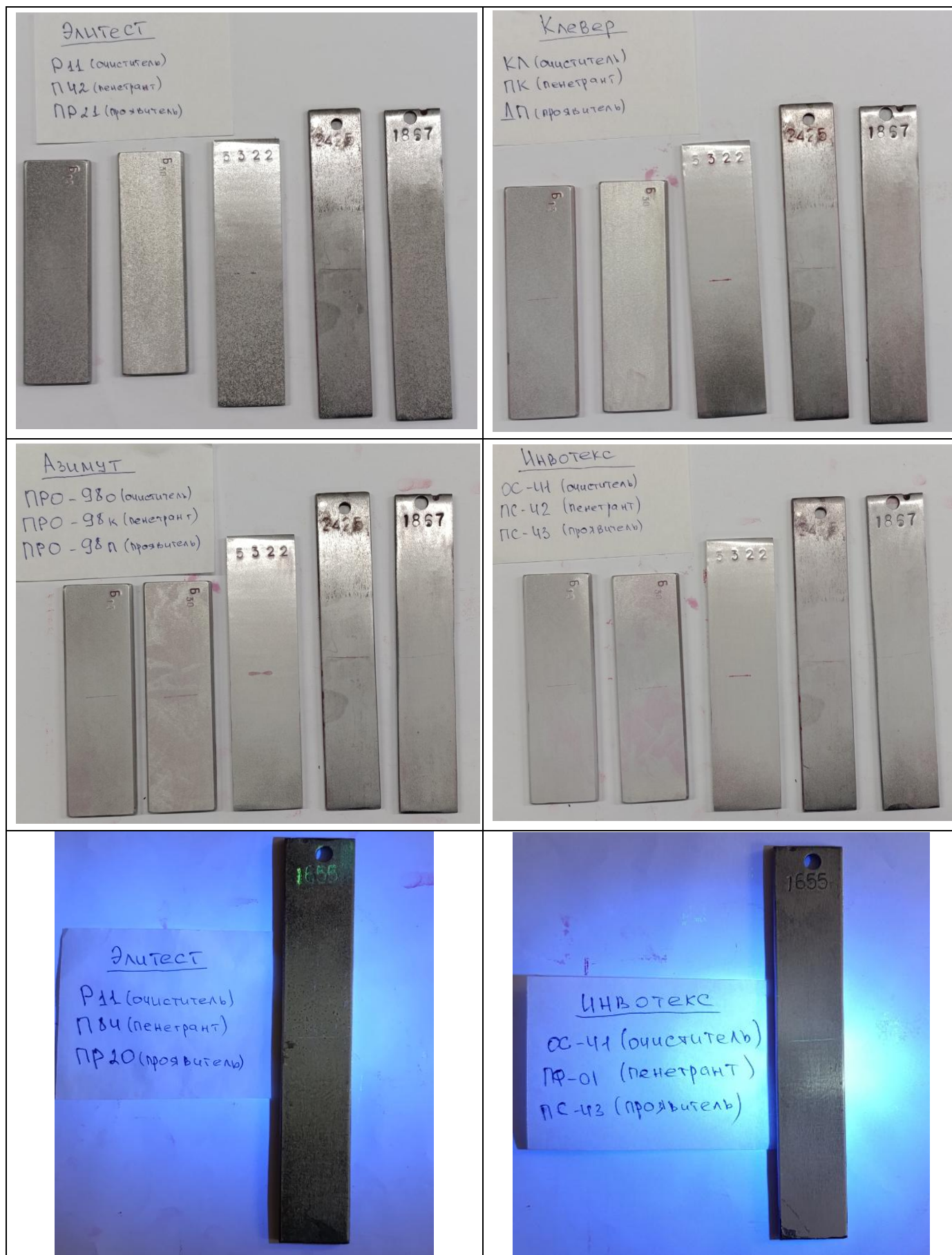


Таблица 3 – Результаты контроля

	Контрольный образец					
	1655 (I класс)	Б13 (II класс)	Б30 (II класс)	5322 (II класс)	2425 (II класс)	1867 (II класс)
Длина дефекта по паспорту, мм	15	13	15	10	20	22
	Длина выявленной индикации, мм					
Элитест	11	14	14	10	19	21
Клевер	-	14	14	10	19	21
Азимут	-	14	15	11	19	21
Инвотекс	15	14	15	10	19	21

1.1 Объектами контроля выбраны 6 образцов различного типа, из разных марок материала и с различной шероховатостью поверхности (рисунок 1).



Рисунок 1 – Объекты контроля

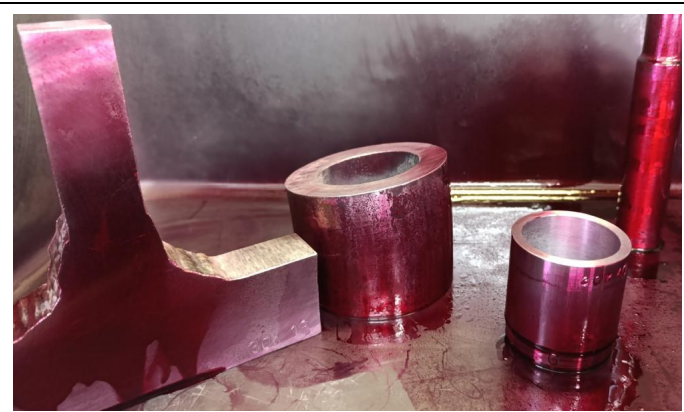
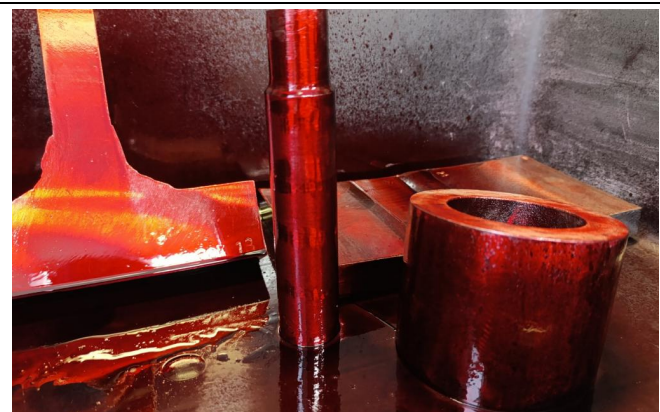
1.2 Объекты контроля перед тестированием каждого комплекта подвергались качественной очистке путем вымачивания в ацетоне в течение 12 часов и последующим прогревом поверхности изделия до температуры более 100°С.

1.3 Контроль проводился на стационарном участке при нормальных условиях ($t=19^{\circ}\text{C}$, $W=24\%$) одним и тем же специалистом.

1.3.1 Нанесение пенетранта (таблица 4). На данном этапе оценивались укрывная способность, равномерность нанесения, текучесть и быстрота высыхания пенетранта. Распыление производилось с расстояния ≈ 100 мм в два слоя. Время выдержки пенетранта всех анализируемых наборов составило 5 минут, не допуская высыхания.

1.3.2 Удаление избытка пенетранта. Удаление проводилось безворсовой ветошью, смоченной в очистителе. Распыление очистителя на контролируемую поверхность запрещается, так как это может привести к вымыванию пенетранта из полостей дефектов. Оценивались качество очистки, быстрота испарения и впитываемость ветошью. Качество очистки проверялось протиркой чистой белой бязью, смоченной в очистителе. Время воздействия очистителя составило не более 30 секунд.

Таблица 4 – Нанесение индикаторного пенетранта

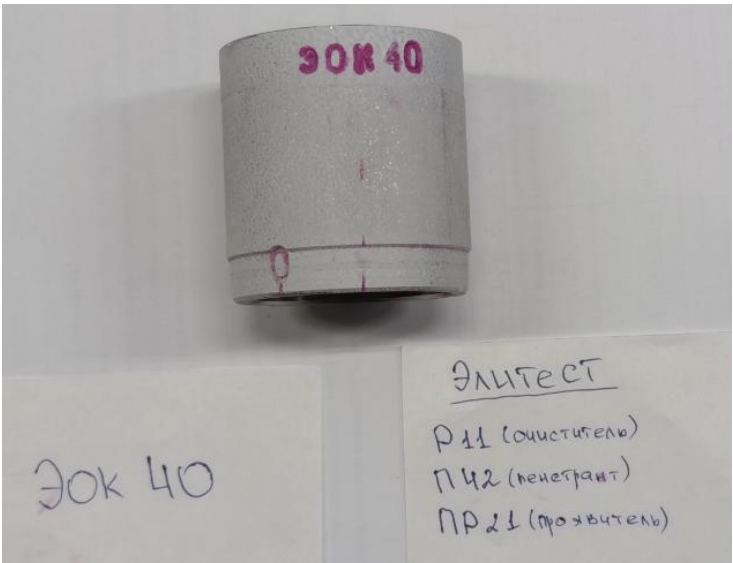
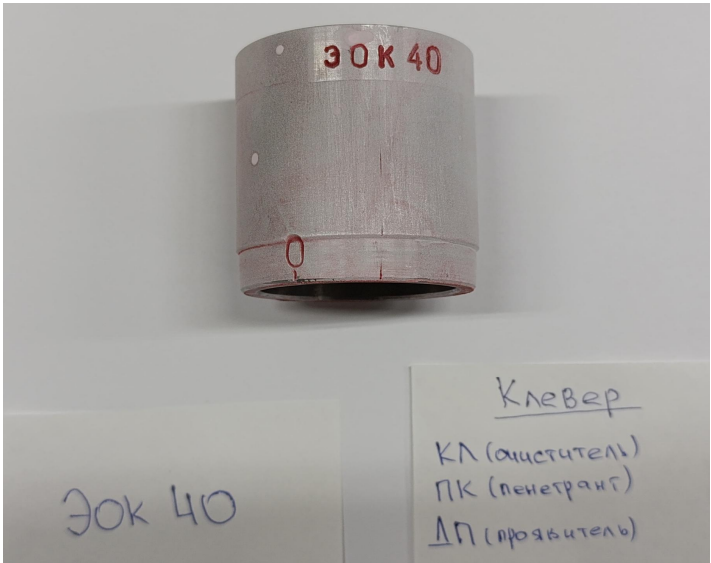
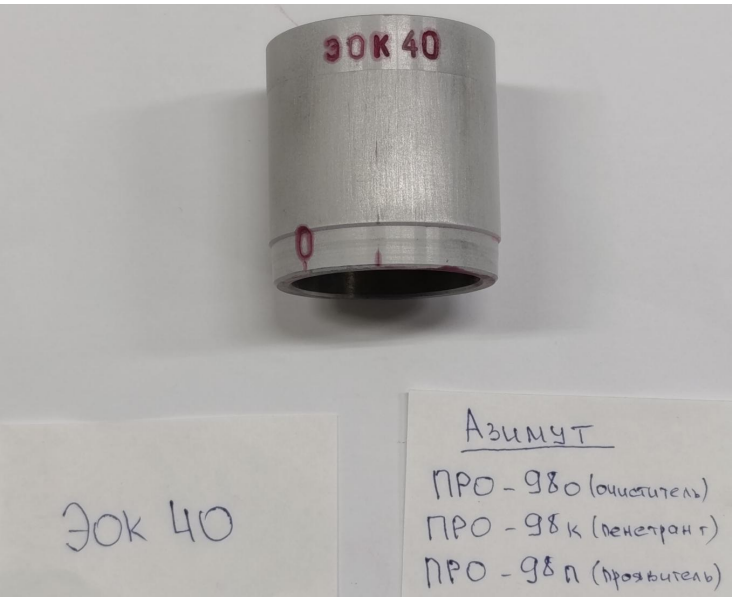
	
«Элитест» Пенетрант П42	«Клевер» Пенетрант ПК
	
«Азимут» ПРО-98к	«Инвотекс» Пенетрант П42

1.3.3 Нанесение проявителя. Нанесение проявителя осуществлялось сразу же после удаления излишков пенетранта, с расстояния ≈ 250 мм, в 2-3 тонких слоя. Толстый слой проявителя наносить запрещается, так как это приводит к затруднению идентификации неглубоких несплошностей с небольшим раскрытием. Распыление проявителя начиналось в стороне от детали, и быстрым ровным движением он наносился на контролируемую поверхность. Завершение распыления осуществлялось так же в стороне от детали. Выдержка проявителя всех анализируемых наборов составила 20 минут. На данном этапе оценивалась укрывная способность, качество распыления, текучесть проявителя.

1.3.4 Осмотр контролируемой поверхности и анализ результатов. Оценивались эффективность выявления дефектов и различия индикаторных рисунков. Результаты контроля приведены в таблице 5.

1.3.5 При анализе полученных результатов каждый параметр компонента условно оценивался по пятибалльной шкале, где 5 – отлично, 4 – хорошо, 3 – удовлетворительно, 2 – неудовлетворительно, 1 – крайне неудовлетворительно. Оценка каждого параметра представлена в таблице 6. Итоговая оценка по результатам тестирования приведена в таблице 7.

Таблица 5 – Результаты контроля

ЭОК 40 Тип: труба; Размер: Ø_{нар.} 58 мм, 60×5 мм; Марка материала: сталь 40х; Шероховатость: Ra≈3,2 мкм.		
		

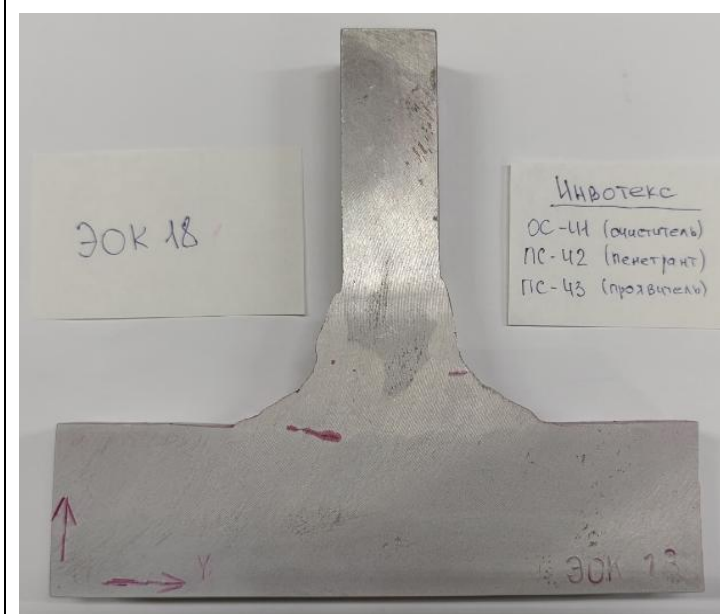
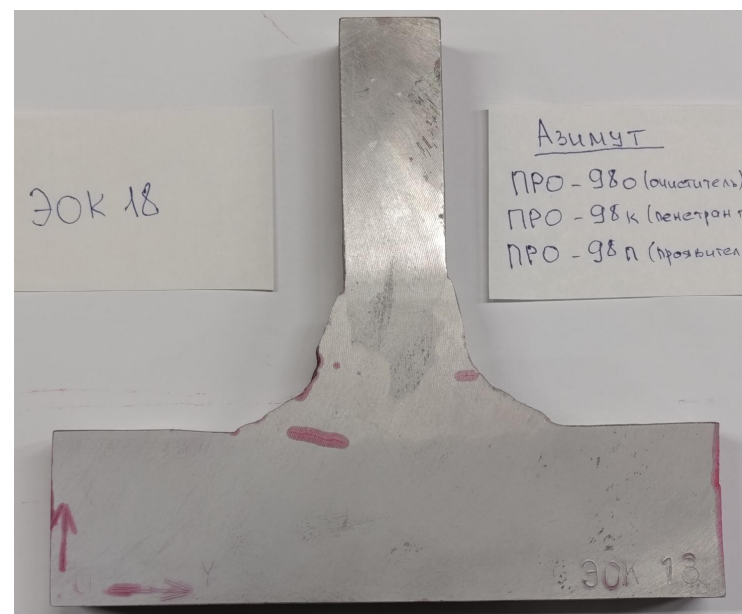
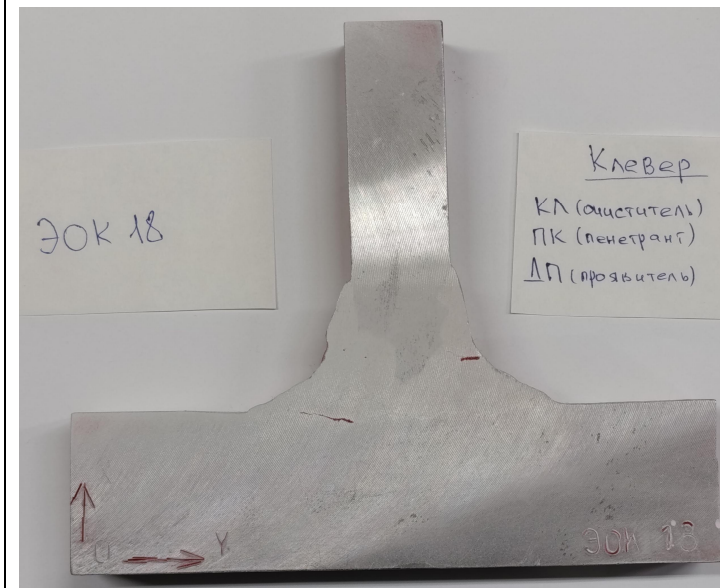
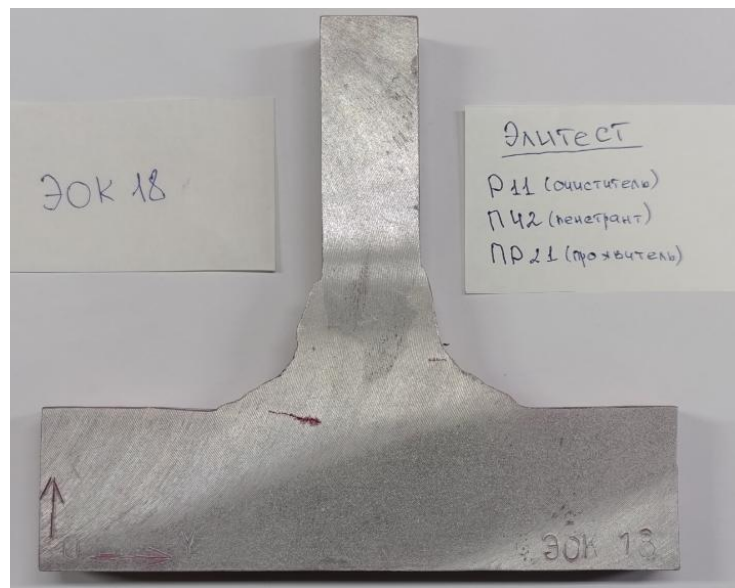
ЭОК 18

Тип: сварка;

Размер: 170×192×30 мм;

Марка материала: сталь АК;

Шероховатость: Ra≈3,2 мкм.



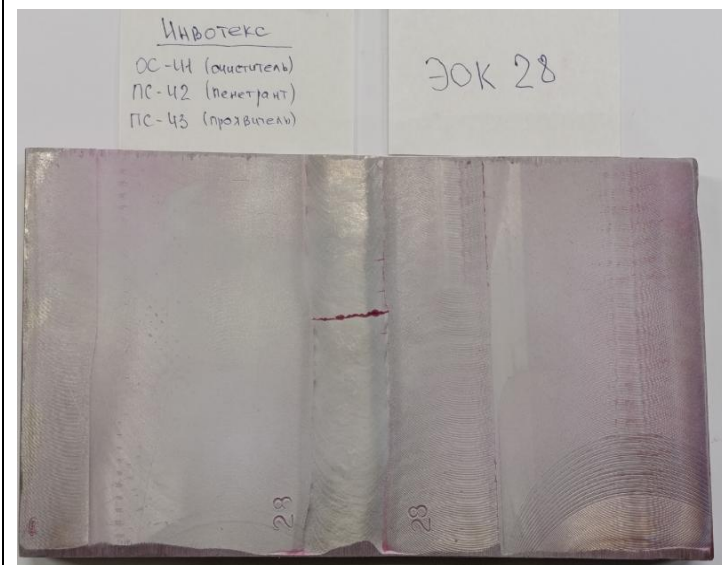
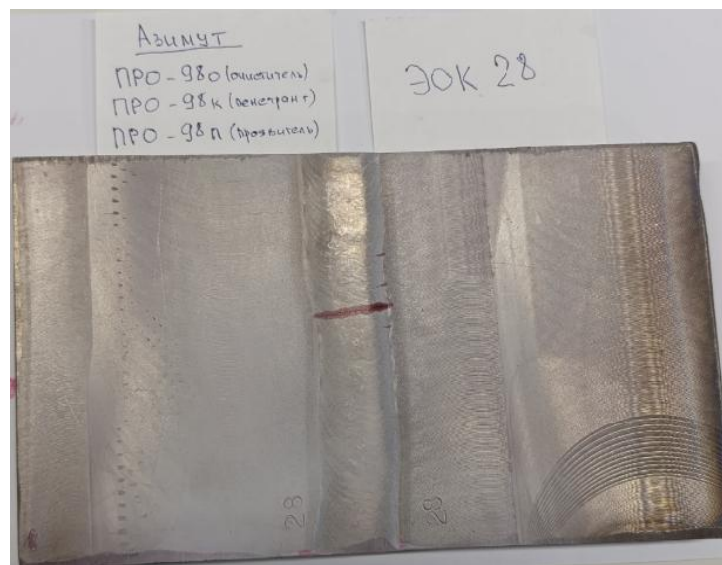
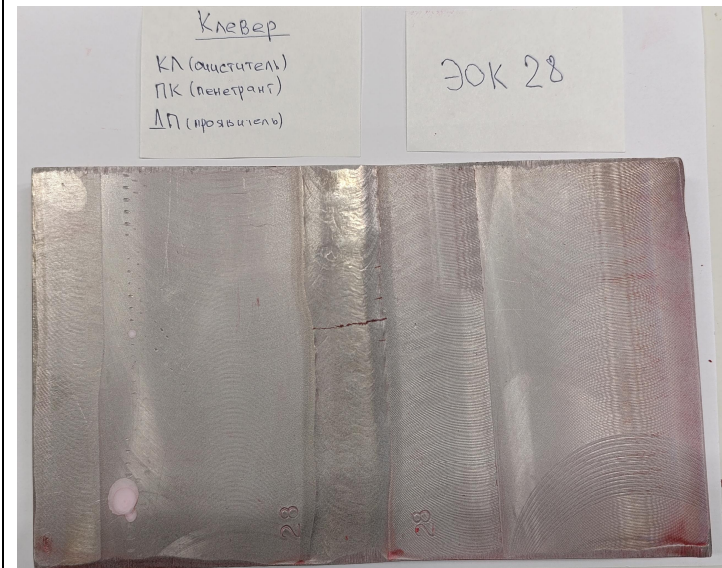
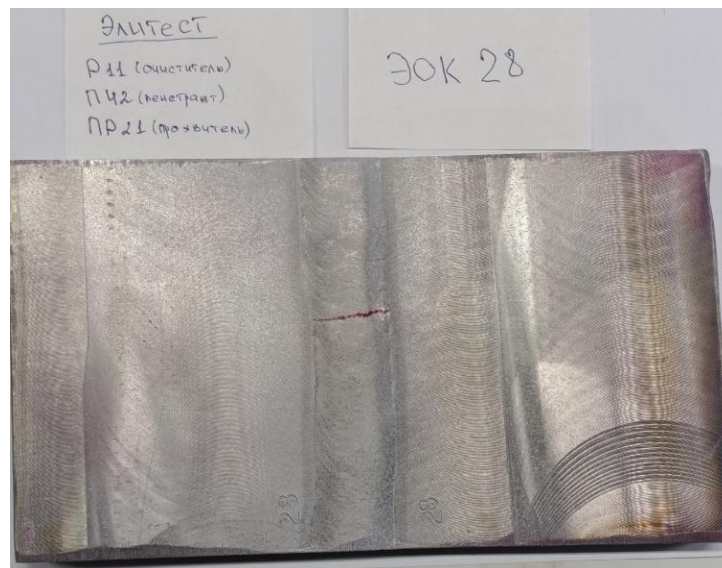
ЭОК 28

Тип: сварка;

Размер: 260×135×21 мм;

Марка материала: сплав ПТ-3В;

Шероховатость: $Ra \approx 6,3$ мкм.



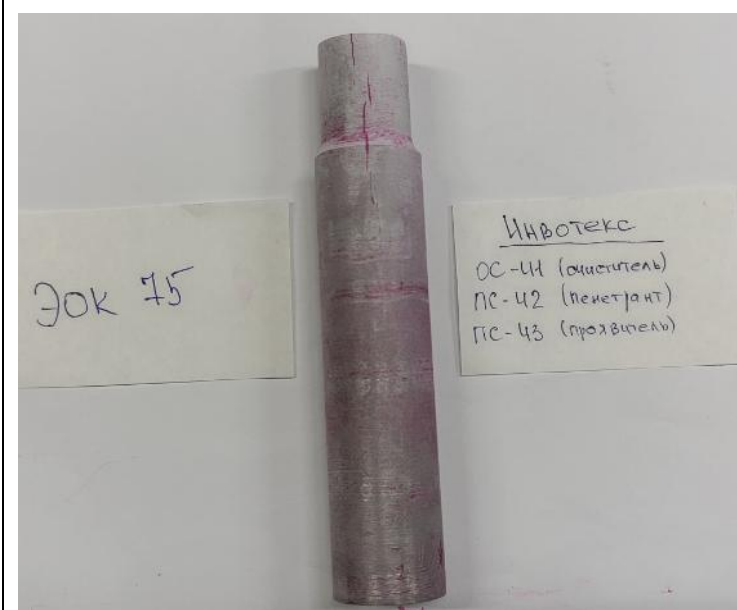
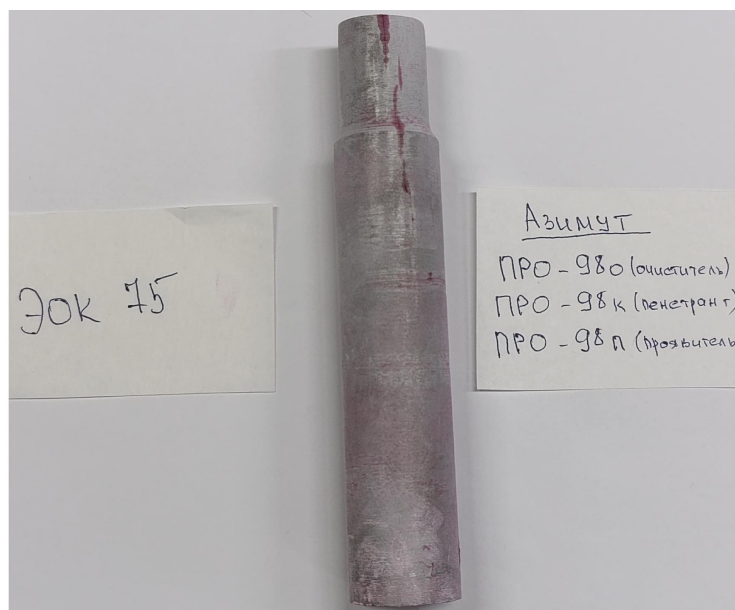
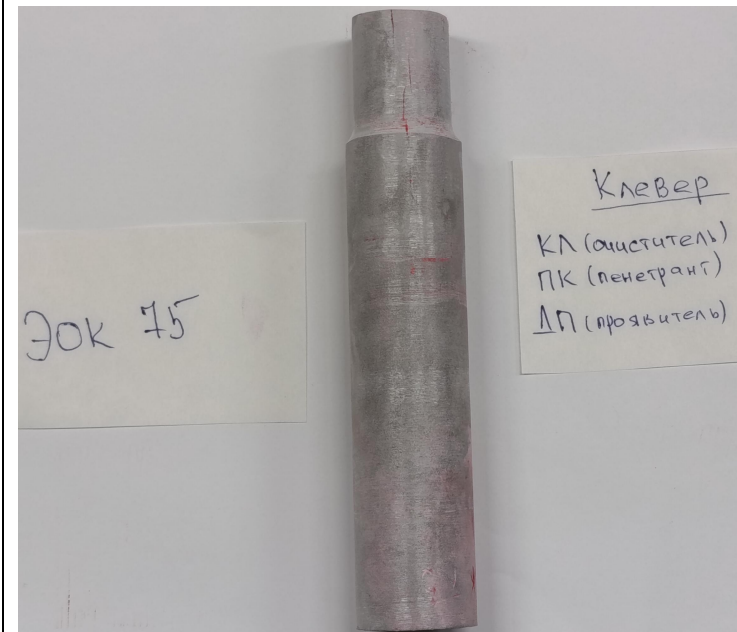
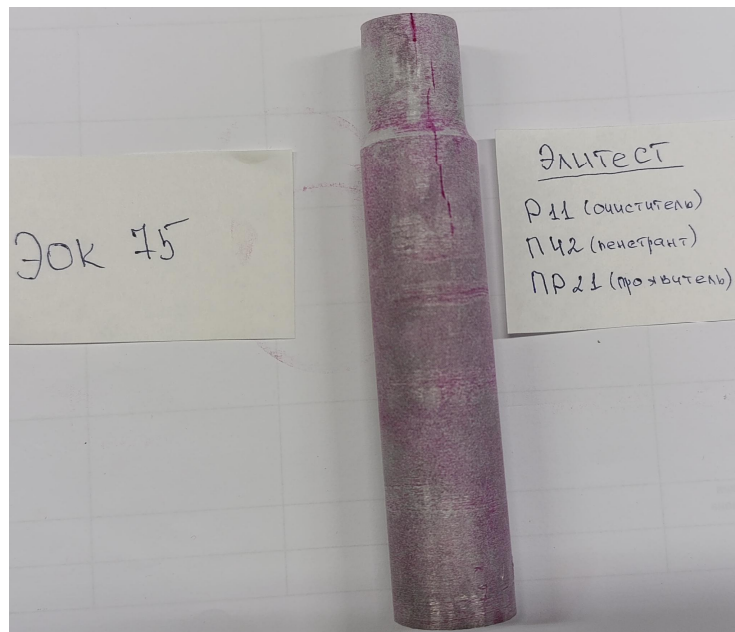
ЭОК 75

Тип: поковка;

Размер: Ø 31 мм, H=160 мм;

Марка материала: сталь 40х;

Шероховатость: Ra≈6,3 мкм.



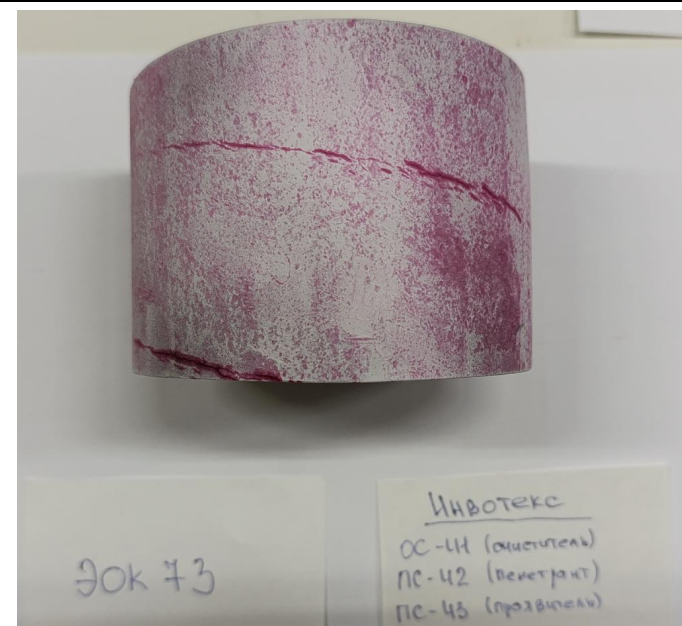
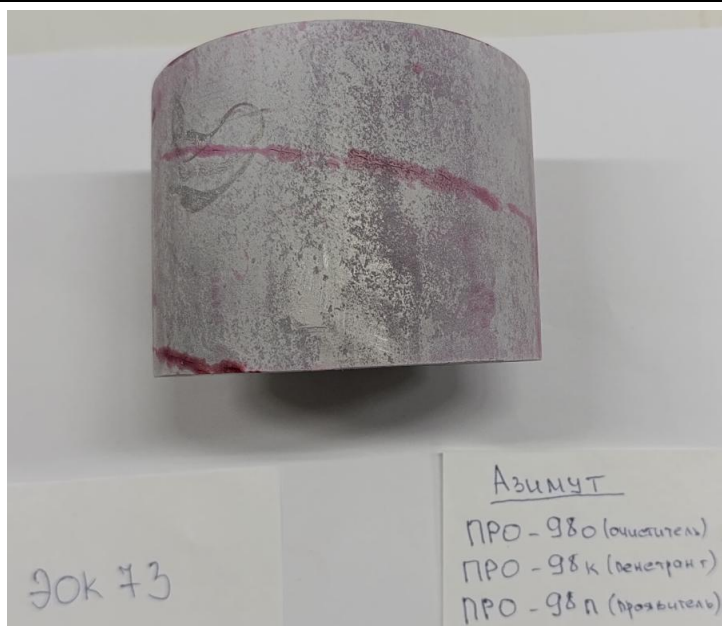
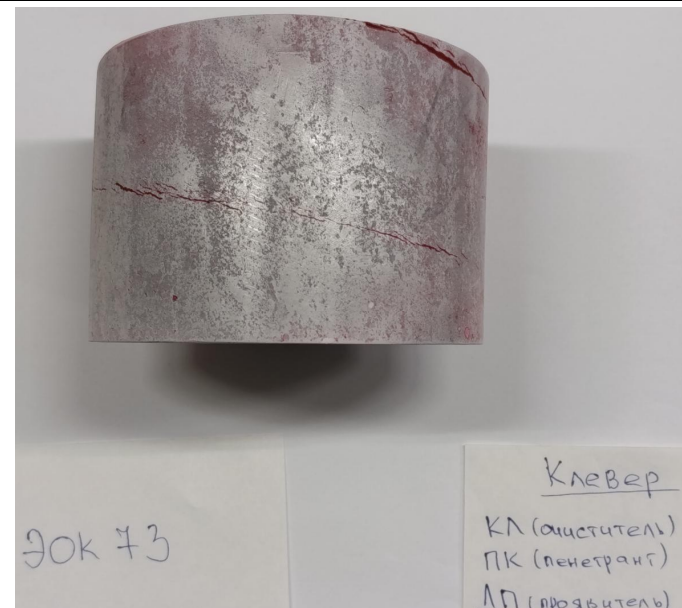
ЭОК 73

Тип: труба;

Размер: $\varnothing_{\text{нар.}}$ 102 мм, $\varnothing_{\text{вн.}}$ 65 мм;

Марка материала: сталь 40х;

Шероховатость: $Ra \approx 6,3$ мкм.



ЭОК 76

Тип: поковка;

Размер: 30×213 мм;

Марка материала: сталь 40х;

Шероховатость: Ra≈6,3 мкм

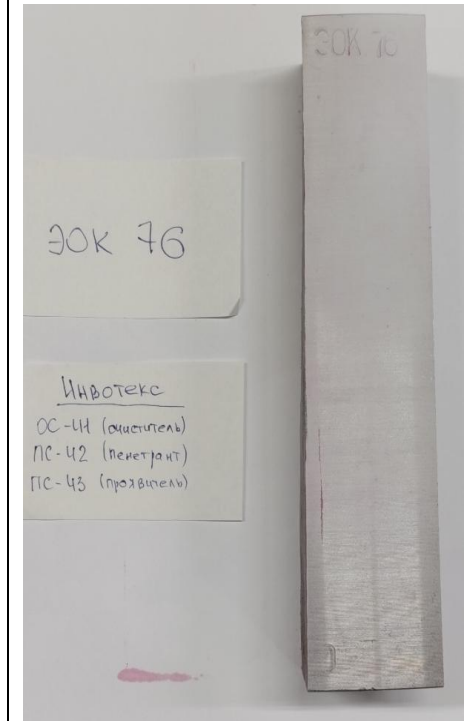
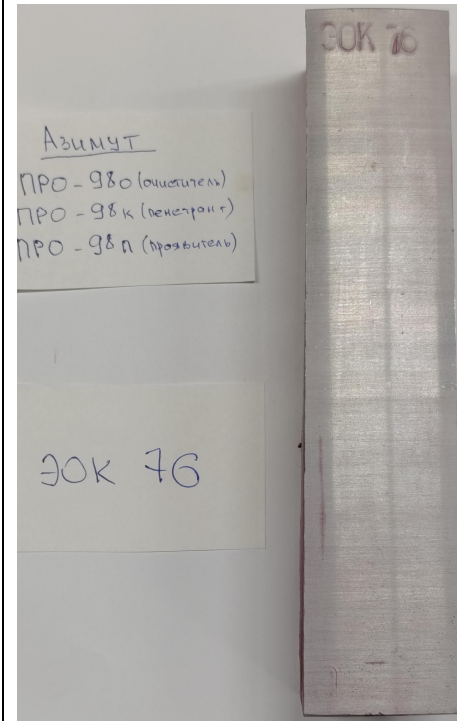
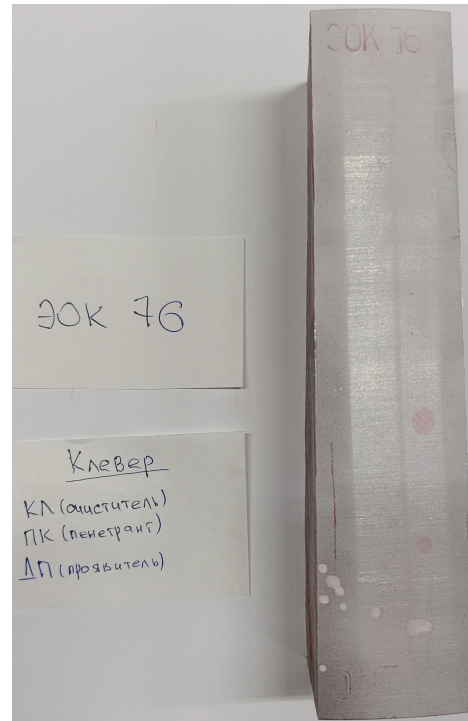
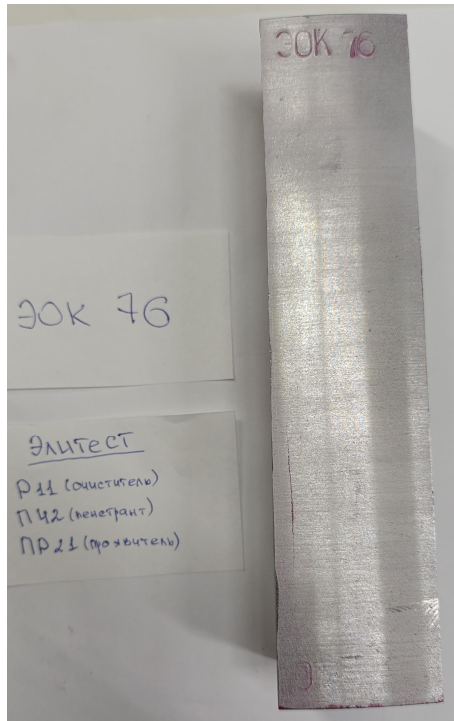


Таблица 6 – Оценка параметров компонентов

Сравниваемый параметр	Оценка компонентов дефектоскопического комплекта по пятибалльной шкале					
	Элитест		Клевер	Азимут	Инвотекс	
Очиститель	Р11		КЛ	ПРО-98о	ОС-41	
Качество очистки объекта контроля от загрязнений	5		5	5	5	
Быстрота испарения	3		3	5	5	
Эффективность удаления избытков пенетрантов	5		3	5	5	
Расход	3		3	4	4	
Запах	4		4	4	4	
Оценка	20		18	23	23	
Примечание	1. Быстро испаряется 2. Ветошь смачивается слабо 3. Сильный едкий запах		1. Быстро испаряется 2. Сильный едкий запах	1. Сильный едкий запах	1. Сильный едкий запах	
Пенетрант	П42	П84	ПК	ПРО-98к	ПС-42	ПФ-01
Укрывная способность	5	5	4	5	5	5
Равномерность нанесения	5	5	4	5	5	5
Факел при распылении	4	4	3	5	5	5
Быстрота высыхания	5	5	4	5	5	5
Интенсивность растекания индикаторного следа	5	5	5	4	5	5
Расход	4	4	4	4	4	4
Цвет	малиновый	желто-зеленый	темно-красный	малиновый	малиновый	желто-зеленый
Оценка	28	28	24	28	29	29

Примечание	1. При распылении создается большое облако взвешенных частиц. 2. По инструкции производителя: после удаления избытка пенетранта предусматривается сушка поверхности горячим воздухом при температуре не выше 70 °С в течение 5 минут, что не всегда реализуемо на реальных объектах. 3. Заявленный температурный диапазон: -10°...+100°. При t>50°С пенетрант может утратить часть летучих компонентов и потерять свои свойства, что может ухудшить эффективность контроля. По нашему мнению, заявленный температурный диапазон завышен.		1. Пенетрант сильно «въедается» в поверхность контроля. 2. Время очистки от излишков самое длительное.	1. Индикаторный рисунок неустойчивый, со временем расплывается. 2. Цветовой контраст с фоном выявленной индикации более слабый, чем у остальных.	1. Чувствительная распылительная головка, что позволяет плавно и точно нанести пенетрант
Проявитель	ПР21	ПР20	ДП	ПРО-98п	ПС-43
Укрывная способность	3	3	3	5	5
Равномерность нанесения (качество распыления)	4	4	2	5	5
Текучесть, быстрота стекания	5	5	3	5	5
Расход	4	4	4	5	5
Оценка	16	16	12	20	20
Примечание	1. Ложится не равномерным слоем, после высыхания поверхность контроля получается в «мелкую точку». 2. В баллоне ПР20 отсутствует шарик для перемешивания. 3. Выявленная индикация повторяет геометрию дефекта, растекается не широко.		1. Жидкая структура проявителя ДП, при нанесении образуются большие капли. 2. Выявленная индикация повторяет геометрию дефекта, растекается не широко.	1. Широкая индикация, что делает проще обнаружение мелких дефектов на объекте, но в некоторых случаях затрудняет разбраковку, так как мелкая трещина небольшой длины может проявиться в виде округлого индикаторного следа, которые во многих документах являются допустимыми.	1. Выявленная индикация повторяет геометрию дефекта, растекается не широко.

Таблица 7 – Итоговая оценка по результатам тестирования

Место	Производитель	Итоговая оценка (сумма баллов по всем параметрам)
1	«Ивотекс»	72
2	«Азимут»	71
3	«Элитест»	64
4	«Клевер»	54

По результатам тестирования сделаны следующие **выводы**:

1. Дефектоскопические комплекты всех производителей соответствуют заданному классу чувствительности.
2. Дефекты на объектах контроля были обнаружены всеми комплектами.
3. Для выполнения работ в условиях АО «ПО «Севмаш» подходят комплекты «Азимут» и «Ивотекс». Эти марки обладают наибольшей эффективностью.
4. Комплект компании «Элитест» не подходит из-за рекомендации производителя осушки поверхности после удаления избытков пенетранта горячим воздухом.
5. Дефектоскопический комплект «Клевер» не подходит для применения в АО «ПО «Севмаш», так как он набрал наименьшее количество баллов по всем оцениваемым параметрам.
6. Для применения дефектоскопических материалов в судостроительной отрасли необходимо действующее разрешительное заключение НИЦ «Курчатовский институт» - ЦНИИ КМ «Прометей», которое производителями предоставлено не было.

Начальник БТПП НМК НИТИЦ



А.С. Колесов

Инженер – технолог БТПП НМК НИТИЦ



Е.И. Анцыферова

Инженер – технолог БТПП НМК НИТИЦ



Л.Е. Артемьева