

«Утверждаю»

Генеральный директор
ООО «ЭкспертКорр-МИСиС»



Казакевич А. В.

10.08.2007

Заключение № Э2-07/07

«Оценка устойчивости к атмосферной и контактной коррозии элементов заклепочных и винтовых соединений несущих конструкций фасадных систем с воздушным зазором и систем легких металлических конструкций»

Заявитель	ЗАО «Глобал Ривет»
Основание для проведения испытаний	Письмо-заявка от 01.03.07
Акт отбора образцов	от 07.03.2007
Дата проведения испытаний	начало 5 марта 2007 г. окончание 5 апреля 2007 г
Цель испытаний	1. Количественная оценка показателей, характеризующих интенсивность коррозионного разрушения элементов заклепочных и винтовых соединений. 2. Определение срока службы крепежных деталей для каждого узла соединений.
Испытательное оборудование	- камера влажности; - камера сернистого газа; - камера соляного тумана; - установка для локального спектрального анализа; - металлографический комплекс.
Образцы	Заклепочные и винтовые соединения: 1. Кронштейн и направляющая (сталь оцинкованная окрашенная), соединенные самонарезающими винтами с различными видами покрытия (цинковое, Ruspert, Xylan, Dacromet). 2. Облицовочная плита (фиброцемент) и направляющая (сталь оцинкованная окрашенная) соединенные самонарезающими винтами с покрытием Ruspert. 3. Кронштейн и направляющая (алюминиевый сплав АД31), соединенные самонарезающими винтами: - из коррозионностойкой стали 304; - из углеродистой стали с покрытием Ruspert. 4 Кронштейн и направляющая (алюминиевый сплав), соединенные заклепками из: - неанодированного алюминиевого сплава АМг3 (гильза) и коррозионностойкой сталью (стержень); - анодированного алюминиевого сплава АМг3 (гильза) и коррозионностойкой сталью (стержень). 5. Кронштейн и направляющая (окрашенная оцинкованная сталь), соединенные заклепками из: - оцинкованной стали (гильза и стержень); - коррозионностойкой стали (гильза и стержень). 6. Металлоконструкции (окрашенная ЛКП низкоуглеродистая сталь) – сэндвич-панели (окрашенная полимерным покрытием низкоуглеродистая сталь), соединенные самонарезающими винтами с различными видами покрытия (цинковое, Ruspert, Xylan) с шайбами (оцинкованная сталь, алюминиевый сплав, коррозионностойкая сталь)
Результаты испытаний	Приложения 1-3
Результаты исследований	Заключение № Э2-07/07

Работа проводилась по договору № Э1-07/07 от 22 февраля 2007 г.

На исследование поступили образцы элементов фасадных систем с воздушным зазором и систем легких металлических конструкций, условно разделенных на 6 групп, изготовленных из различных материалов, соединенных между собой заклепками из алюминиевого сплава, оцинкованной и коррозионностойкой сталей и винтами из коррозионностойкой и углеродистой сталей с различными видами покрытий (цинковым, Ruspert® type I, Ruspert® type II, Xylan® и DACROMET 500® grade B).

Отбор образцов проводился представителями Заказчика.

Цель работы: оценка количественных показателей, характеризующих интенсивность коррозионного разрушения элементов заклепочных и винтовых соединений и определение срока их службы в условиях, имитирующих среду со среднеагрессивной степенью воздействия.

При исследовании были выполнены следующие работы:

- ускоренные коррозионные испытания;
- спектральный анализ;
- анализ внешнего состояния поверхностей образцов;
- металлографический анализ.

Проведение ускоренных коррозионных испытаний

Ускоренные испытания соединений проводились в течение 30 суток в климатических камерах, имитирующих различные атмосферные условия в соответствии с ГОСТ 9.308-85:

- в камере влажности - имитация слабоагрессивной атмосферы (при относительной влажности 98% и температуре в камере 40⁰ С);
- в камере сернистого газа - имитация промышленной среднеагрессивной атмосферы (при относительной влажности 98%, температуре в камере 40⁰ С и воздействии SO₂ концентрация - 0,75 г/м³);
- в камере соляного тумана – имитация приморской атмосферы (периодическое распыление 3% -ного раствора NaCl при относительной влажности 98% и температуре в камере 40⁰ С).

Результаты испытаний представлены в протоколах (прил. 1-3).

Анализ результатов исследования качества материала

Первая группа соединений. В группу входят фрагменты кронштейна и направляющей, изготовленные из листовой стали с антикоррозионным покрытием, и соединенные самосверлящими, самонарезающими винтами с различными видами защитного покрытия (табл. №1).

№	Материал кронштейна	Материал направляющей	Материал винта и вид защитного покрытия
1	Низкоуглеродистая сталь, оцинкованная, окрашенная.	Низкоуглеродистая сталь, оцинкованная, окрашенная.	Углеродистая сталь с цинковым покрытием Ц12хр (12-15 мкм).
2	Низкоуглеродистая сталь, оцинкованная, окрашенная.	Низкоуглеродистая сталь, оцинкованная, окрашенная.	Углеродистая сталь с антикоррозионным покрытием «Ruspert® type II».
3	Низкоуглеродистая сталь, оцинкованная, окрашенная.	Низкоуглеродистая сталь, оцинкованная, окрашенная.	Углеродистая сталь с антикоррозионным покрытием «Xylan®».
4	Низкоуглеродистая сталь, оцинкованная, окрашенная.	Низкоуглеродистая сталь, оцинкованная, окрашенная.	Углеродистая сталь с антикоррозионным покрытием «DACROMET 500® grade B».

Исследование *внешнего состояния поверхностей деталей* во время и после испытаний проводилось визуально и методом оптической фрактографии с использованием бинокулярного микроскопа МБС-200.

В результате проведенного анализа установлено, что на видимых поверхностях головок и резьбовой части, находящихся вне зоны соединения, всех винтов имеются коррозионные повреждения, однако степень их различна.









Наиболее значительные повреждения выявлены на поверхностях **оцинкованных винтов** (рис. 1а). В атмосферах влажности и сернистого газа на головках деталей после испытаний наблюдается белый налет, типичный для коррозионного повреждения цинкового покрытия в начальной стадии. Площадь повреждений составляет 10% после испытаний в камере влажности и 30% в атмосфере сернистого газа. После воздействия атмосферы соляного тумана на головках деталей обнаружено частичное разрушение цинка на 60 % поверхности и признаки коррозии основного материала (стали) в виде множественных пятен ржавчины.

Испытания саморезов с покрытиями **Ruspert® type II** (рис. 1 б) и **Xylan®** (рис. 1 в) показали, что после воздействия атмосферы влажности на поверхностях головок обнаружен незначительный серый налет до 5% продуктов коррозии цинковой составляющей защитного слоя. В атмосферах сернистого газа и соляного тумана на головках винтов выявлены множественные серые пятна, площадь которых составляет до 20% поверхности и единичные точки ржавчины. Повреждений основного материала головок «саморезов» не выявлено.

В меньшей степени подвержены коррозионным повреждениям «саморезы» с покрытием **DACROMET 500® grade B** (рис.). За все время испытаний в камерах влажности и сернистого газа головки винтов не претерпели видимых изменений, а в атмосфере соляного тумана выявлено лишь незначительное помутнение поверхностей.

Анализ видимой резьбовой части винтов с покрытиями цинковым, Ruspert, Xylan и Dacromet после 30 суток испытаний показал наличие повреждений 80-90% поверхности защитного слоя и частичное в виде единичных точек ржавчины повреждение стальной основы.

В собранном виде оценить внешнее состояние средней части винтов, находящихся в соединении направляющая-кронштейн, (зона крепления «самореза» и пластин) не представляется возможным. Оценка состояния покрытия проведена в разделе «металлографический анализ» после разрезки деталей.

Цинковое покрытие	Ruspert type II	Xylan®	DACROMET 500® grade B
			
			
Камера влажности			

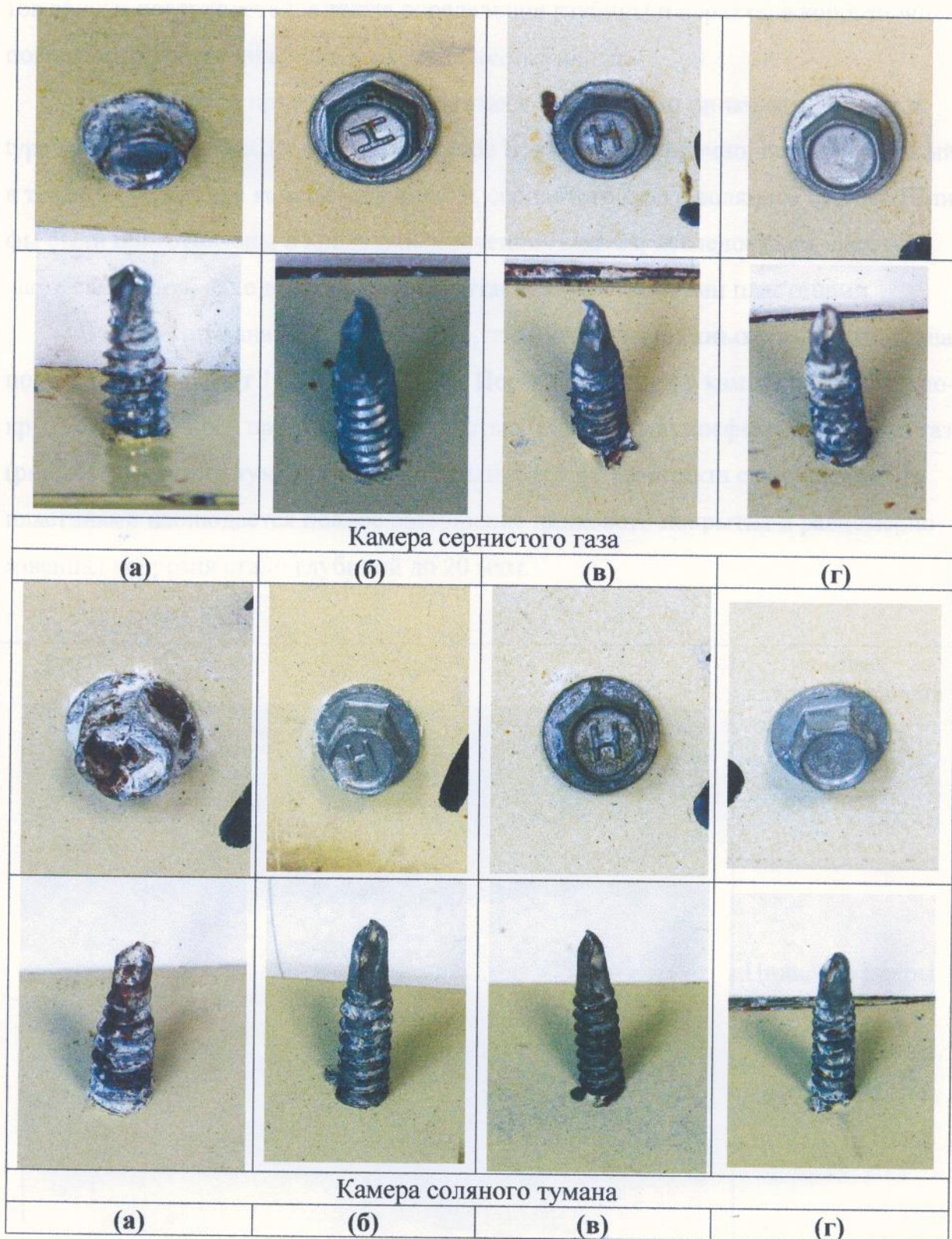
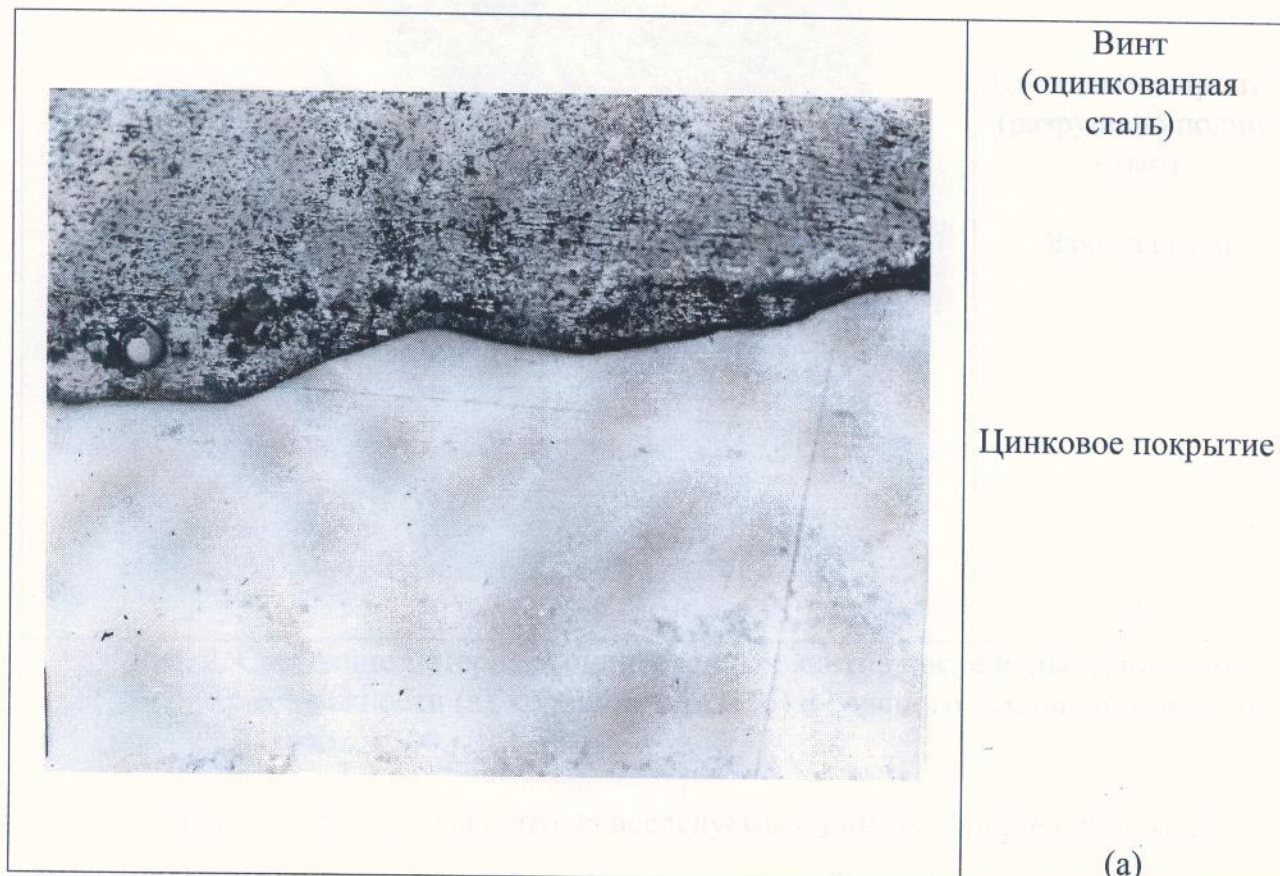


Рис. 1. Внешний вид винтов, изготовленных из низкоуглеродистой стали, с покрытиями цинковым (а), Ruspert® type II (б), Xylan® (в) и DACROMET 500® grade B (г) после испытаний в камере влажности, сернистого газа и соляного тумана в течение 30 суток.

С целью оценки толщины покрытия, состояния материала исследуемых винтов вблизи поверхностей, а также определения глубины и характера коррозионных повреждений проводился *металлографический анализ*.

Исследование проводилось на винтах с покрытиями цинковым, Ruspert® type II, Xylan® и DACROMET 500® grade B, взятых выборочно, после испытаний в течение 30 суток в камерах влажности, сернистого газа и соляного тумана. Шлифы были приготовлены в продольных сечениях винтов, исследовалась средняя часть саморезов, находящаяся в зоне контакта с окрашенными пластинами.

В результате анализа установлено, что на **оцинкованных винтах** толщина покрытия составляет 12-15 мкм (рис.2). После испытаний в камере влажности покрытие сохранилось практически полностью (рис.2а). В атмосфере сернистого газа (рис.2б) и соляного тумана (рис.2в) на шлифах в зоне контакта с окрашенными пластинами наблюдается полное разрушение цинкового покрытия и равномерно-язвенная коррозия стали глубиной до 20 мкм.



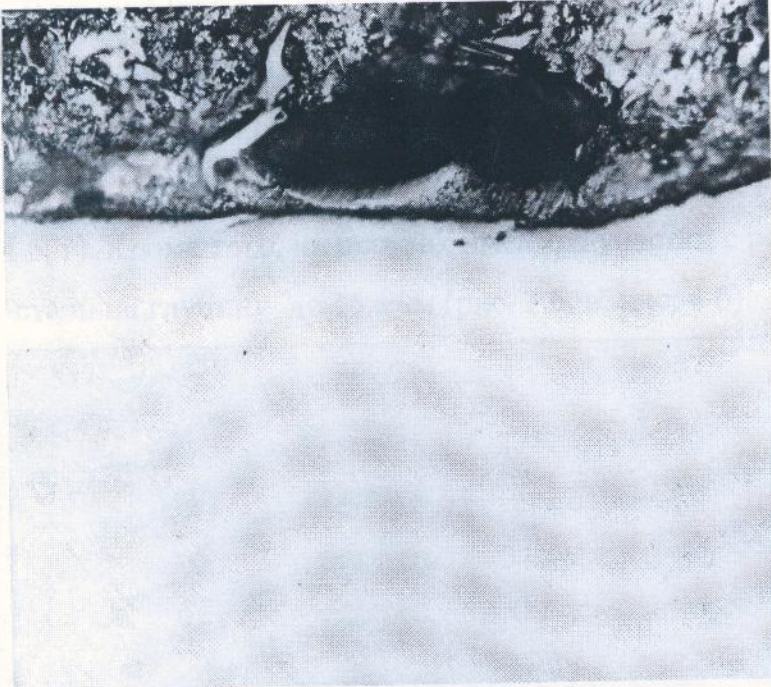
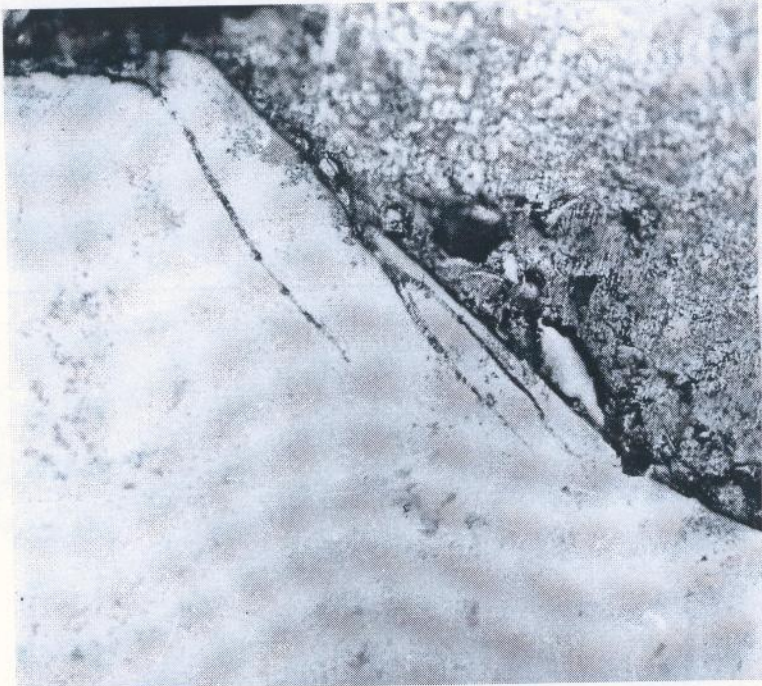
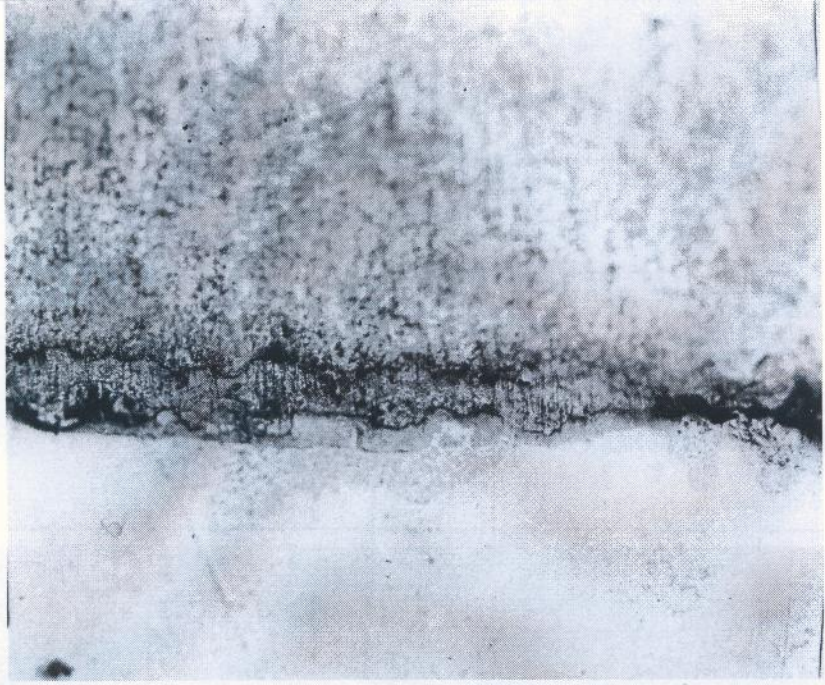
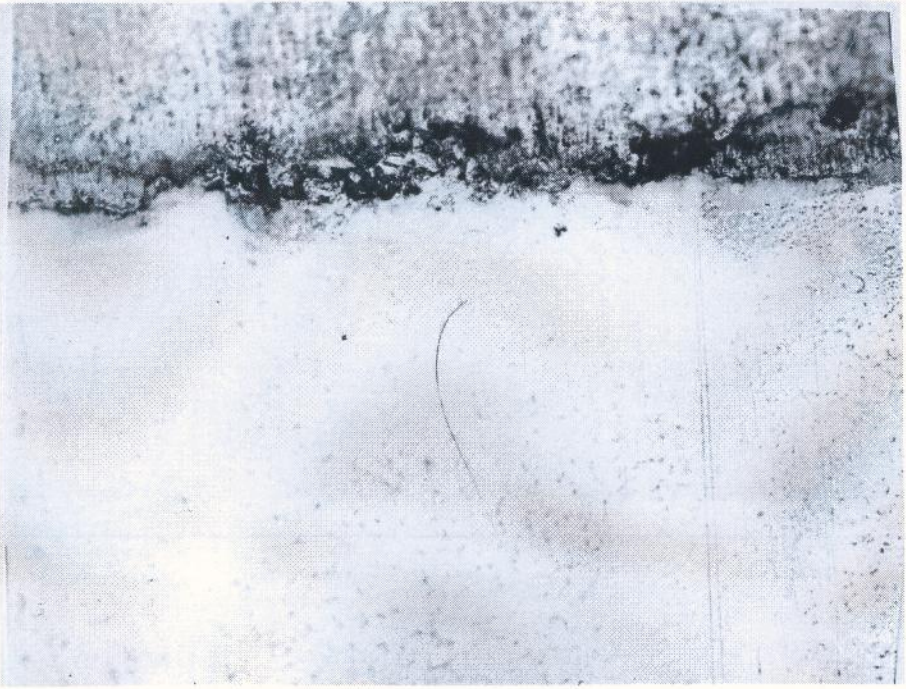
	<p>Винт (оцинкованная сталь)</p> <p>Цинковое покрытие (разрушено полно- стью)</p> <p>Язвы в стали</p> <p>(б)</p>
	<p>Винт (оцинкованная сталь)</p> <p>Цинковое покрытие (разрушено полно- стью)</p> <p>Язвы в стали</p> <p>(в)</p>

Рис. 2. Состояние материала оцинкованных винтов после испытаний в камерах влажности (а), сернистого газа (б) и соляного тумана (в) в течение 30 суток, х200.

Анализ шлифов показал, что на исследуемых винтах толщина покрытий Ruspert type II (рис.3) и Xylan® (рис.4) составляет до 20 мкм. После испытаний в камере влажности коррозионных повреждений защитных покрытий не выявлено.

В атмосферах сернистого газа (рис. 3 а-в; рис. 4 а, б) и соляного тумана (рис.4 в, г) в зоне сопряжения винтов и пластин наблюдается как частичное в виде язв, глубина которых соизмерима с толщиной покрытий (рис.3 а; рис.4 а, в), так и практически полное разрушение покрытий Ruspert® type II (рис.3 б) и Xylan® (рис.4 б, г). Кроме того, на шлифах имеются участки с равномерно-язвенной коррозией стали на глубину до 15 мкм (рис. 3 б, в; рис. 4 б).

	<p>Винт с покрытием Ruspert® type II</p> <p>Покрытие</p> <p>Язвы в стали</p> <p>(а)</p>
	<p>Винт с покрытием Ruspert® type II</p> <p>Покрытие (частично разрушено)</p> <p>Язвы в стали</p> <p>(б)</p>

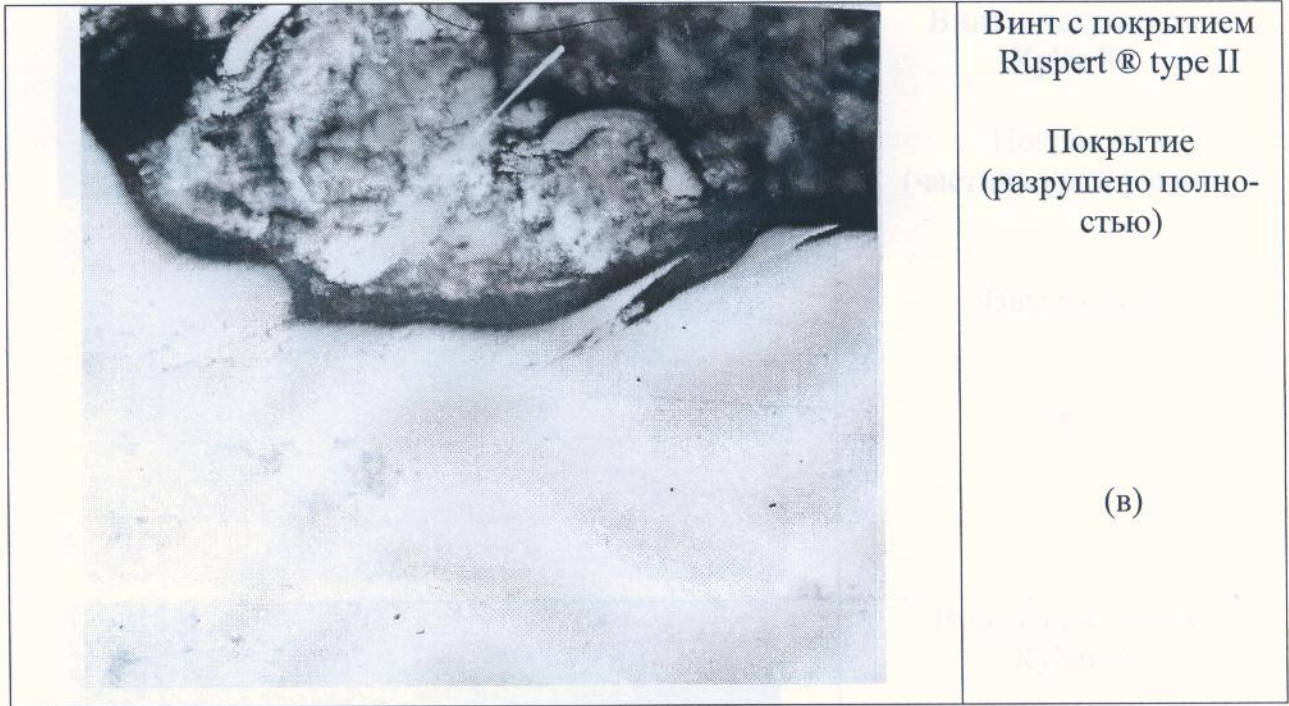
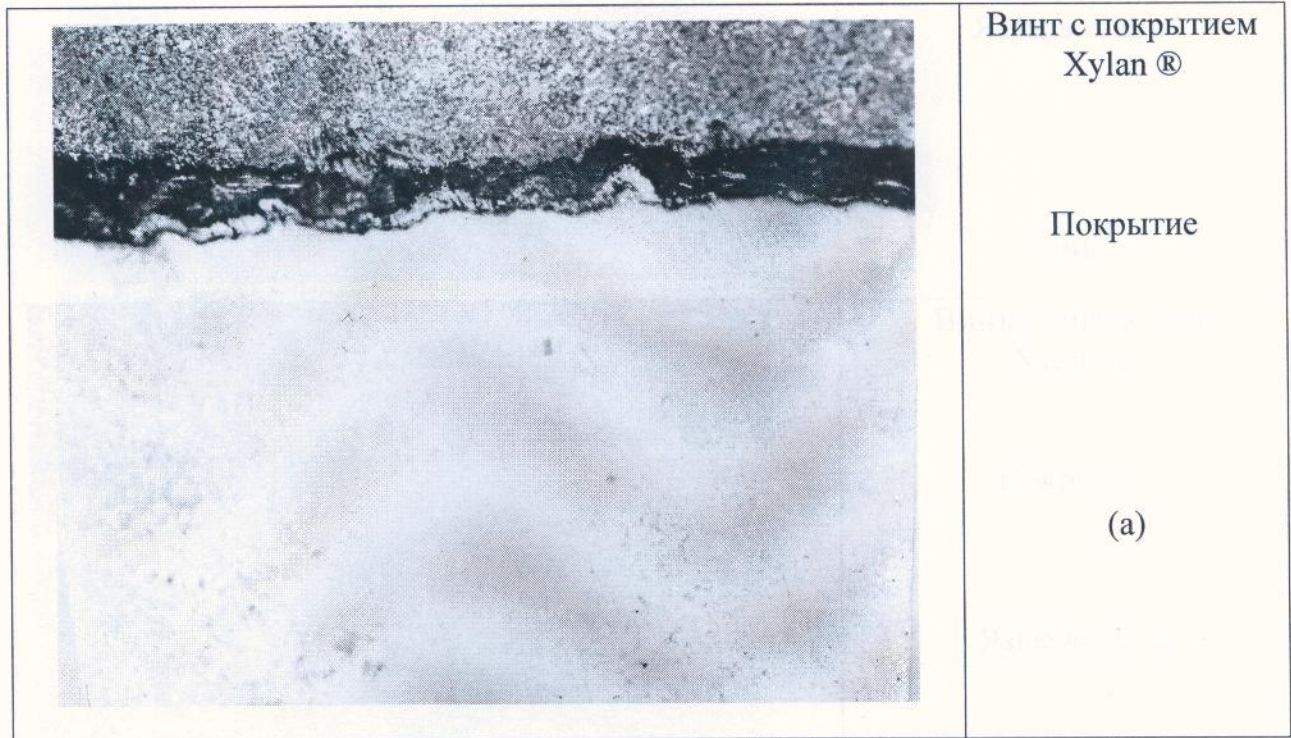


Рис. 3. Состояние материала винтов с покрытием Ruspert ® type II после испытаний в камере сернистого газа в течение 30 суток, x200.




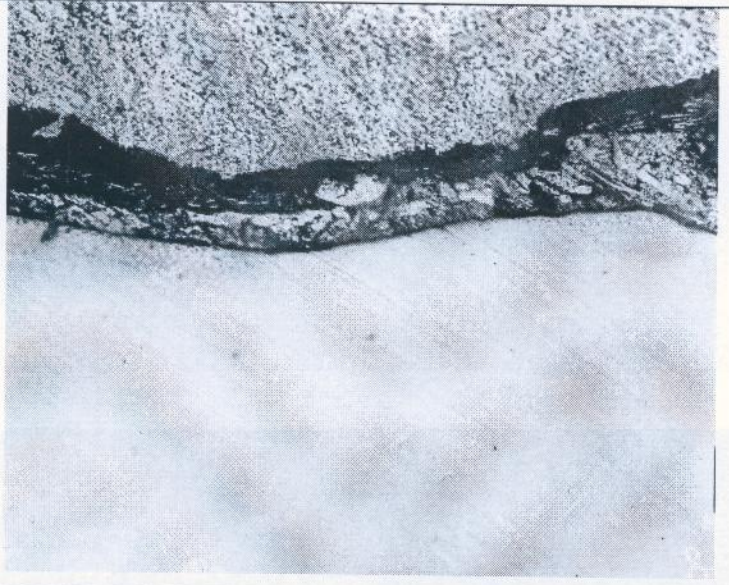

	<p>Винт с покрытием Xylan®</p> <p>Покрытие (частично разрушено)</p> <p>Язвы в стали</p> <p>(б)</p>
	<p>Винт с покрытием Xylan®</p> <p>Покрытие</p> <p>Язвы в стали</p> <p>(в)</p>
	<p>Винт с покрытием Xylan®</p> <p>Покрытие</p> <p>Язвы в стали</p> <p>(г)</p>

Рис. 4. Состояние материала винтов с покрытием Xylan® после испытаний в камерах сернистого газа(а,б) и соляного тумана (в,г) в течение 30 суток, x200.

Незначительные повреждения выявлены в материале винтов с покрытием DACROMET 500® grade B, толщина которого составляет 15-20 мкм (рис.5а). После испытаний в атмосфере сернистого газа вблизи поверхностей выявлены участки с полностью разрушенным в результате коррозии покрытием и единичными язвенными повреждениями основного материала глубиной до 5 мкм (рис.5б).

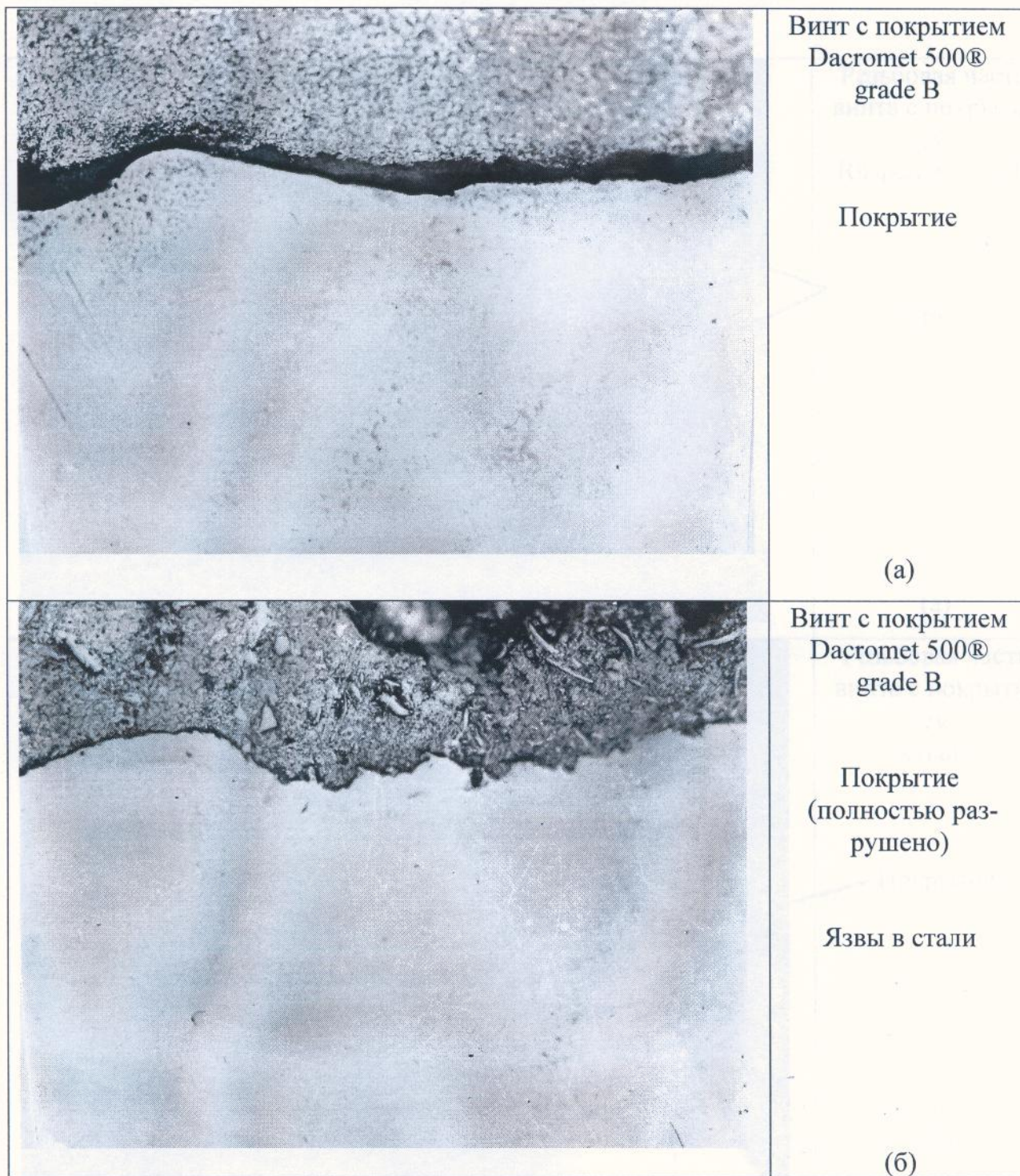
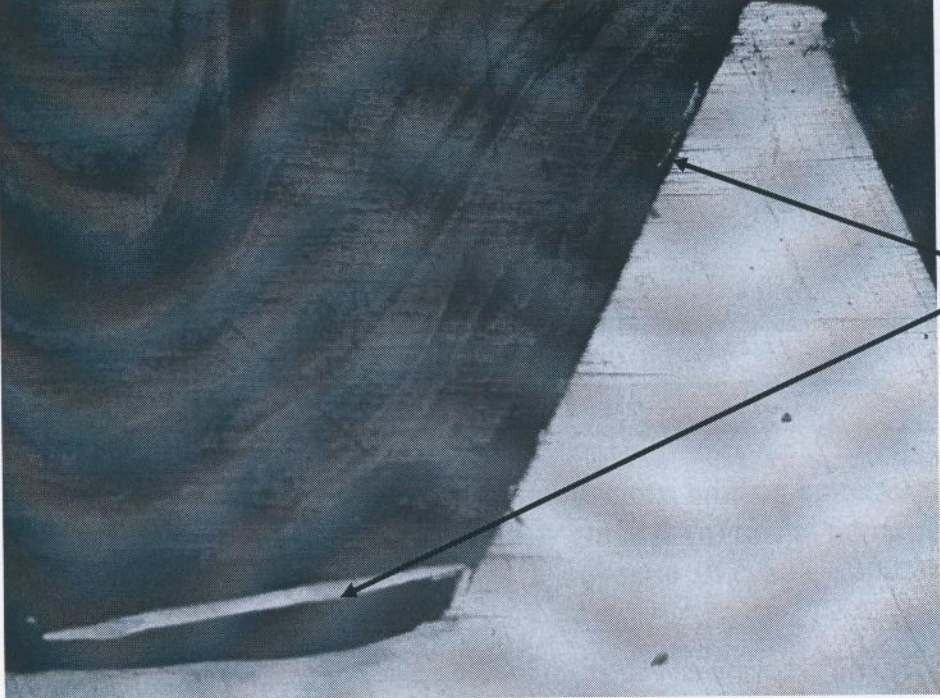
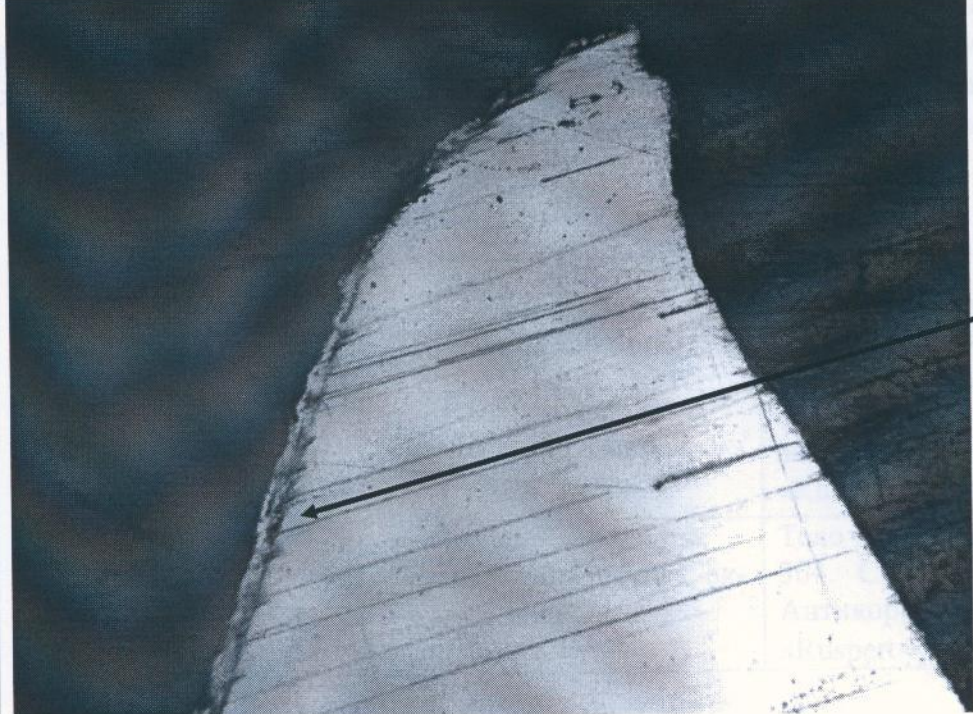


Рис.5. Состояние материала винтов с покрытием DACROMET 500® grade B после испытаний в камерах сернистого газа в течение 30 суток, x200.

На резьбовой части винтов с покрытиями цинковым, Ruspert® type II (рис.6а), Xylan® (рис.6б) и Dacromet 500® grade B (рис.6в) со стороны движения винта покрытие полностью повреждено вследствие механического воздействия (вворачивания). С обратной стороны резьбы покрытие частично сохранилось. Однако, после испытаний на сохранившихся участках имеются коррозионные повреждения в виде язв глубиной до 7 мкм (рис.6).

	<p>Резьбовая часть винта с покрытием Ruspert® type II</p> <p>Покрытие</p> <p>(а)</p>
	<p>Резьбовая часть винта с покрытием Xylan®</p> <p>Покрытие</p> <p>(б)</p>

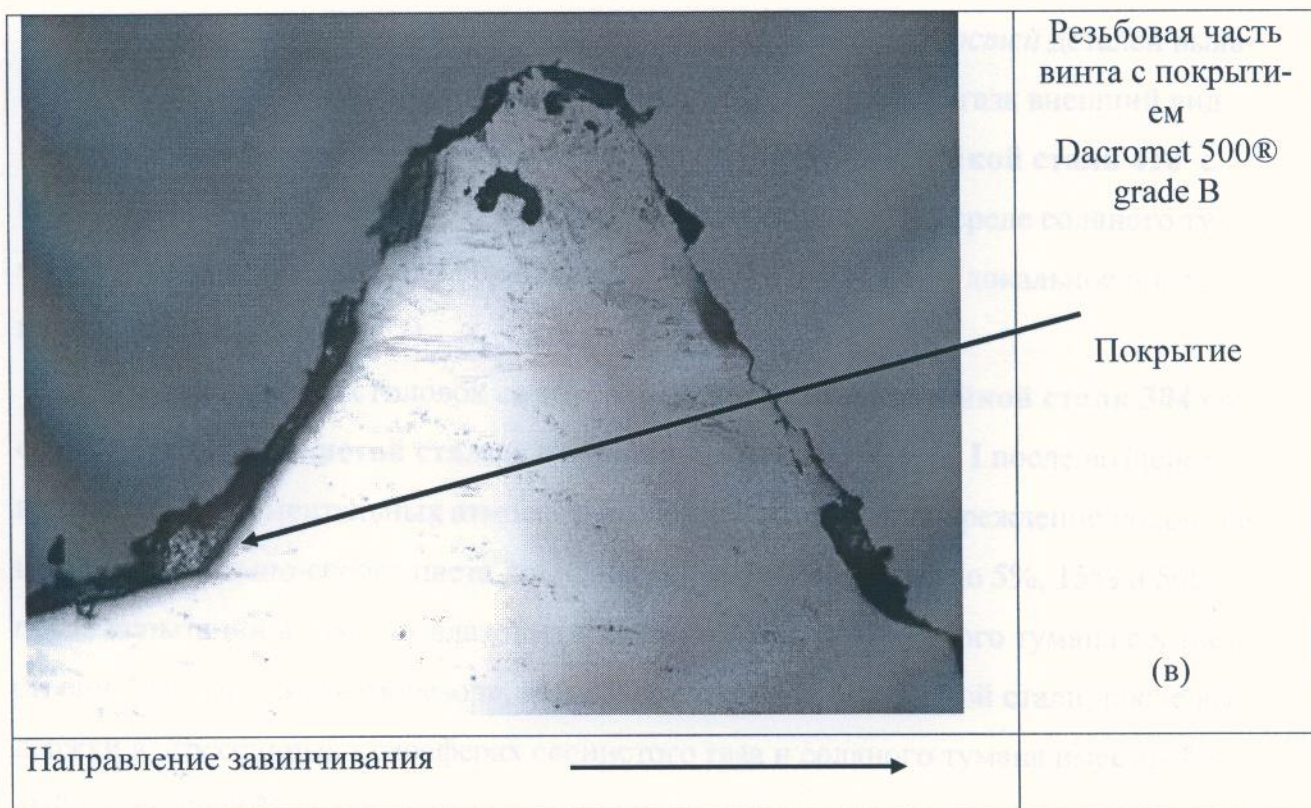


Рис.6. Состояние материала резьбовой части винтов с покрытиями Ruspert® type II (а), Xylan® (б) и DACROMET 500® grade B (в) после испытаний в камерах сернистого газа в течение 30 суток, x200.

Вторая группа соединений. В группу входят фрагменты облицовочной плиты и направляющей, изготовленной из листовой стали с антикоррозионным покрытием, соединенные самосверлящими, самонарезающими винтами различных конструктивных исполнений с единым видом антикоррозионного покрытия (табл. №2).

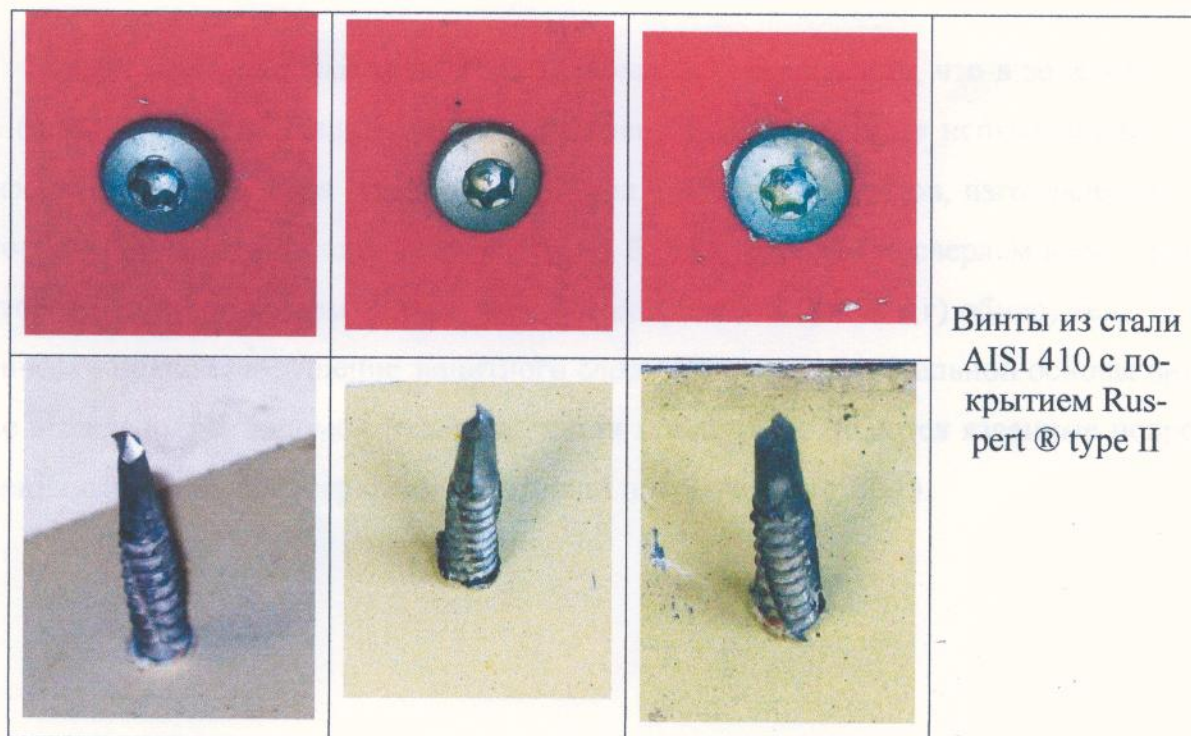
Таблица 2

№	Материал плиты облицовки	Материал направляющей	Материалы винта и вид защитного покрытия
1	Фиброцемент	Низкоуглеродистая сталь, оцинкованная, окрашенная.	Коррозионностойкая сталь 410 с антикоррозионным покрытием «Ruspert® type II».
2	Фиброцемент	Низкоуглеродистая сталь, оцинкованная, окрашенная.	Тело – коррозионностойкая сталь 304. Сверло -углеродистая сталь. Антикоррозионное покрытие - «Ruspert® type I».

В результате исследования *внешнего состояния поверхностей* деталей выявлено, что после воздействия атмосфер влажности и сернистого газа внешний вид головок и сверел **винтов, изготовленных из коррозионностойкой стали 410 с покрытием Ruspert® type II**, практически не изменился, а в среде соляного тумана на головках и сверлах наблюдается лишь незначительное локальное помутнение поверхностей (рис. 7).

На поверхностях головок **саморезов из коррозионностойкой стали 304 со сверлом из углеродистой стали с покрытием Ruspert® type I** после воздействия всех экспериментальных атмосфер выявлено частичное повреждение покрытия в виде пятен темно-серого цвета, площадь которых составляет до 5%, 15% и 50% после испытаний в камерах влажности, сернистого газа и соляного тумана соответственно. На сверлах «саморезов», изготовленных из углеродистой стали, после выдержки в агрессивных атмосферах сернистого газа и соляного тумана имеется белый налет на 40% поверхности и единичные точки ржавчины.

На видимом участке резьбы винтов обоих видов выявлен сплошной белый налет продуктов коррозии цинка и единичные точки ржавчины.



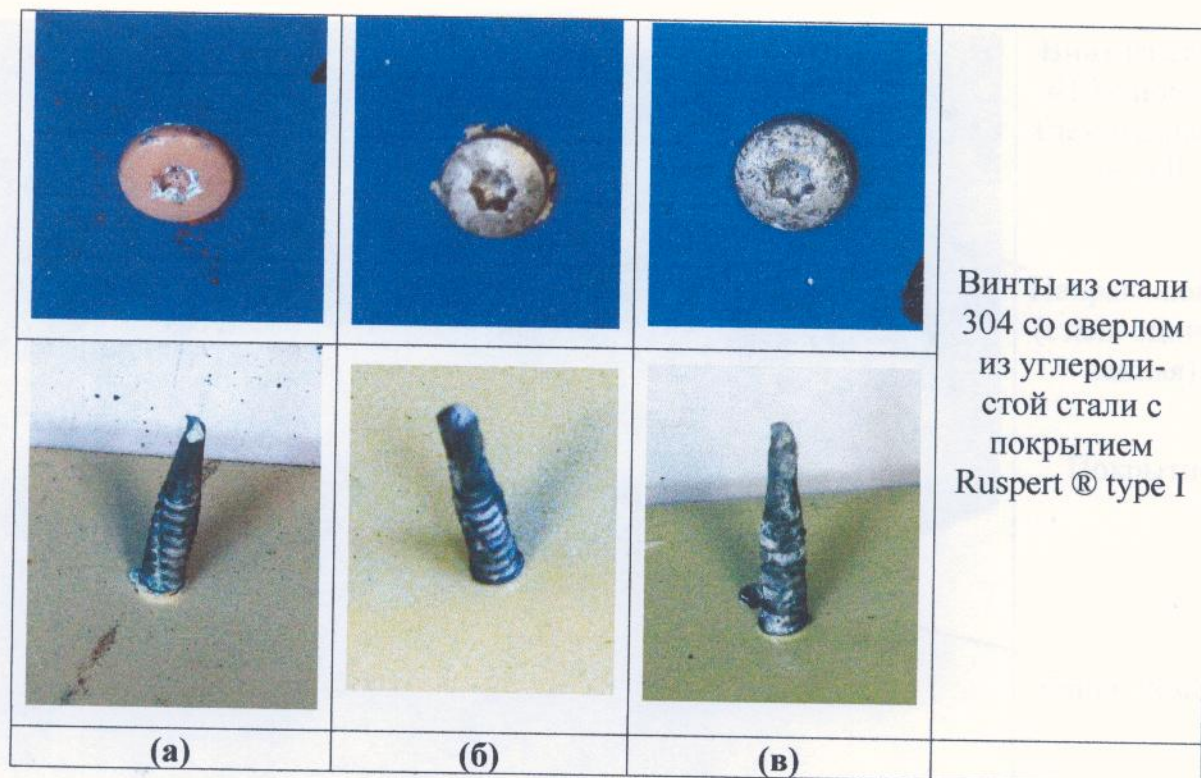
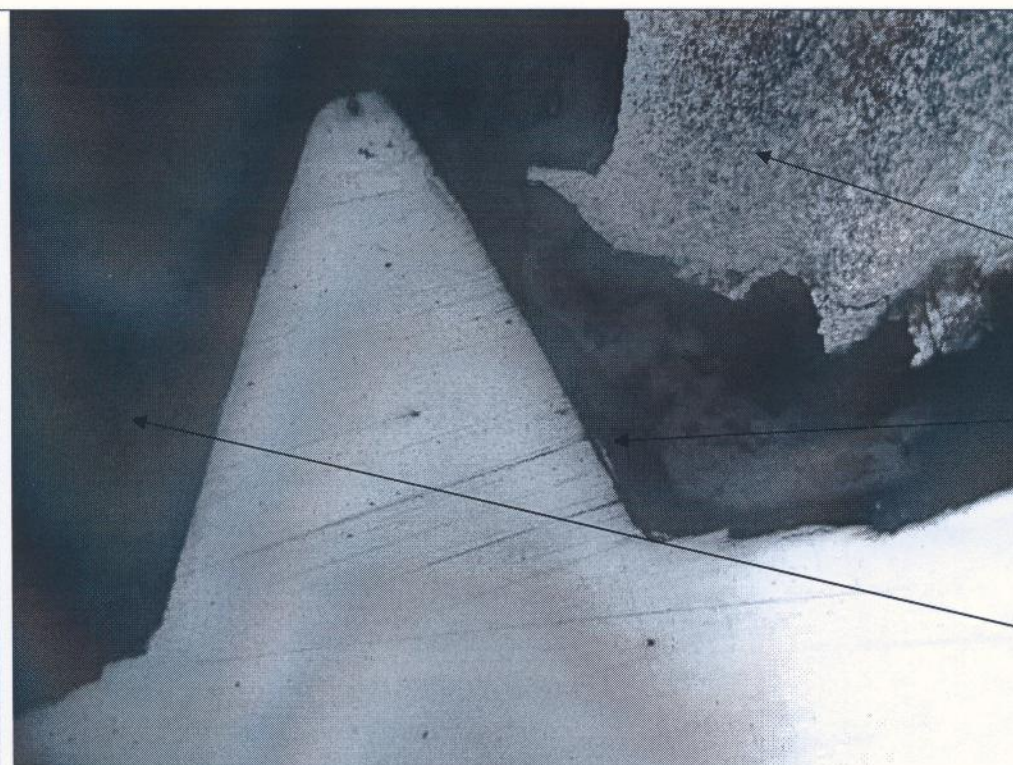


Рис.7 Внешний вид винтов, изготовленных из коррозионностойких сталей AISI 410 и AISI 304 со сверлом из углеродистой стали с покрытием Ruspert, после испытаний в камерах влажности (а), сернистого газа (б) и соляного тумана (в) в течение 30 суток.

В результате *металлографического анализа* установлено, что в зоне контакта с фиброцементом и оцинкованной окрашенной сталью после испытаний в атмосферах сернистого газа и соляного тумана в материале винтов, изготовленных из коррозионностойких сталей AISI 410 (рис. 8а,б) и AISI 304 со сверлом из углеродистой стали с покрытием Ruspert обеих модификаций (рис.8 в,г) обнаружено практически полное разрушение защитного слоя. Повреждений стальной основы винта не выявлено. На видимой резьбовой части в покрытии имеются язвенные повреждения глубиной, соизмеримой с толщиной покрытия (рис. 8б,г).



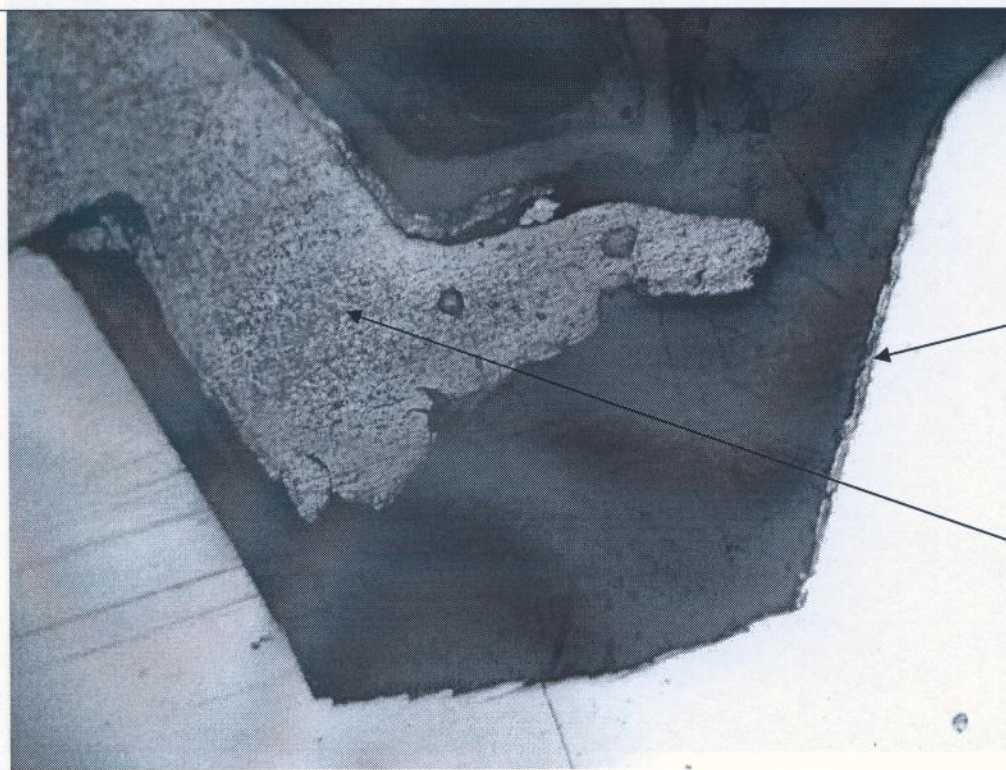
Винт из стали 410 с покрытием Ruspert® type II

Направляющая (сталь оцинкованная)

Покрытие

Фиброцемент

(а)



Винт из стали 410 с покрытием Ruspert® type II

Покрытие

Направляющая (сталь оцинкованная)

(б)

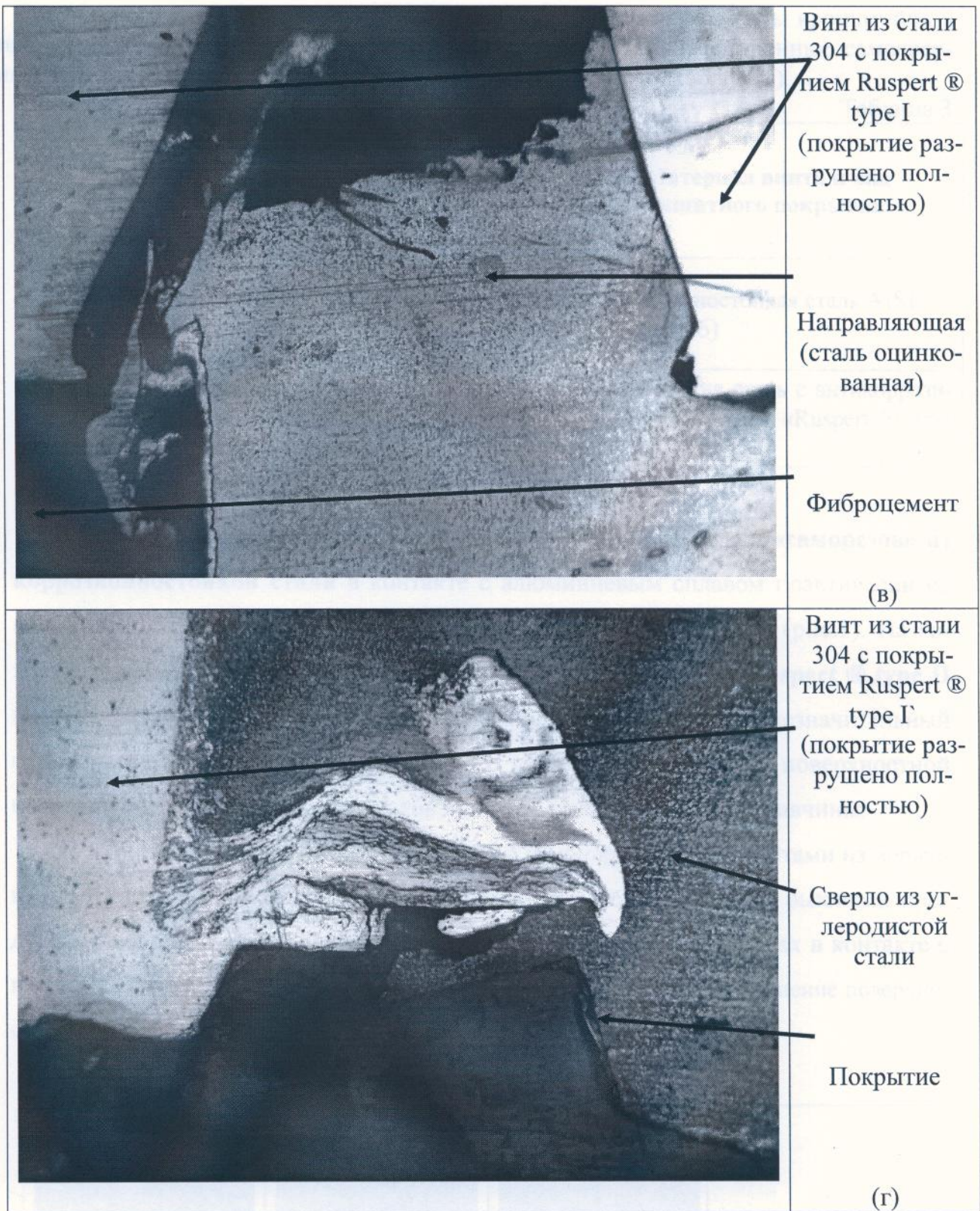


Рис.8. Состояние материала из коррозионностойких сталей AISI 410 (а,б) и AISI 304 со сверлом из углеродистой стали с покрытием Ruspert (в, г) после испытаний в камерах сернистого газа (а, в) и соляного тумана (б, г) в течение 30 суток, x200.

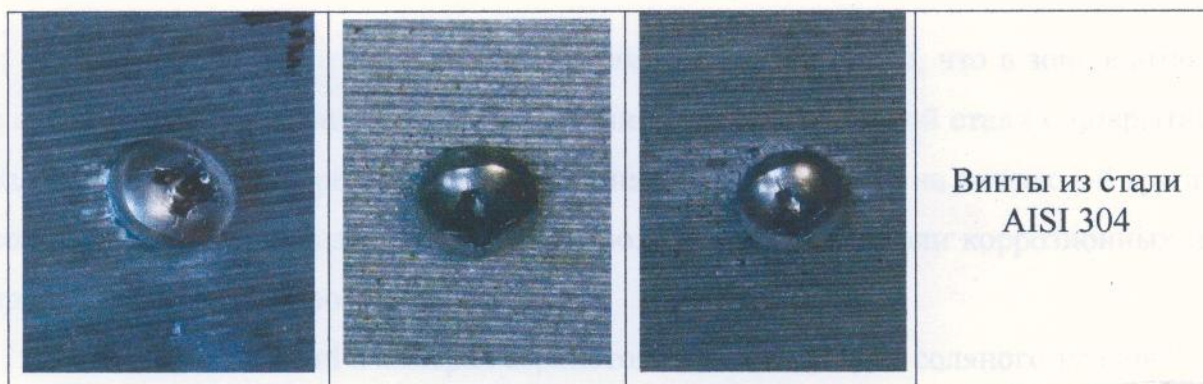
Третья группа соединений. В группу (табл. №3) входят фрагменты кронштейна и направляющей, изготовленные из алюминиевого сплава, и соединенные самосверлящими, самонарезающими винтами из разных материалов (табл. №3).

Таблица 3

№	Материал кронштейна	Материал направляющей	Материал винта и вид защитного покрытия
1	Алюминиевый сплав типа АД31 (прил.5) (не анодированный)	Алюминиевый сплав (не анодированный)	Коррозионностойкая сталь AISI 304 (прил.6)
2	Алюминиевый сплав (не анодированный)	Алюминиевый сплав (не анодированный)	Углеродистая сталь с антикоррозионным покрытием «Ruspert ® type II».

Анализ состояния поверхностей показал, что внешний вид «саморезов» из **коррозионностойкой стали** в контакте с алюминиевым сплавом практически не изменился после воздействия каждой из экспериментальных сред (рис.9). На головках и резьбах винтов из **углеродистой стали с покрытием Ruspert ® type II** после воздействия атмосфер влажности и сернистого газа выявлен незначительный серый налет продуктов коррозии цинка. В соляном тумане кроме поверхностной коррозии покрытия на сверлах винтов имеются единичные точки ржавчины.

В зоне контакта алюминиевых пластин с самонарезающими винтами из нержавеющей стали на пластинах выявлены пятна серо-желтого цвета с рыхлыми продуктами коррозии алюминиевого сплава. На алюминиевых пластинах в контакте с винтами с покрытием Ruspert обнаружено лишь незначительное помутнение поверхностей.



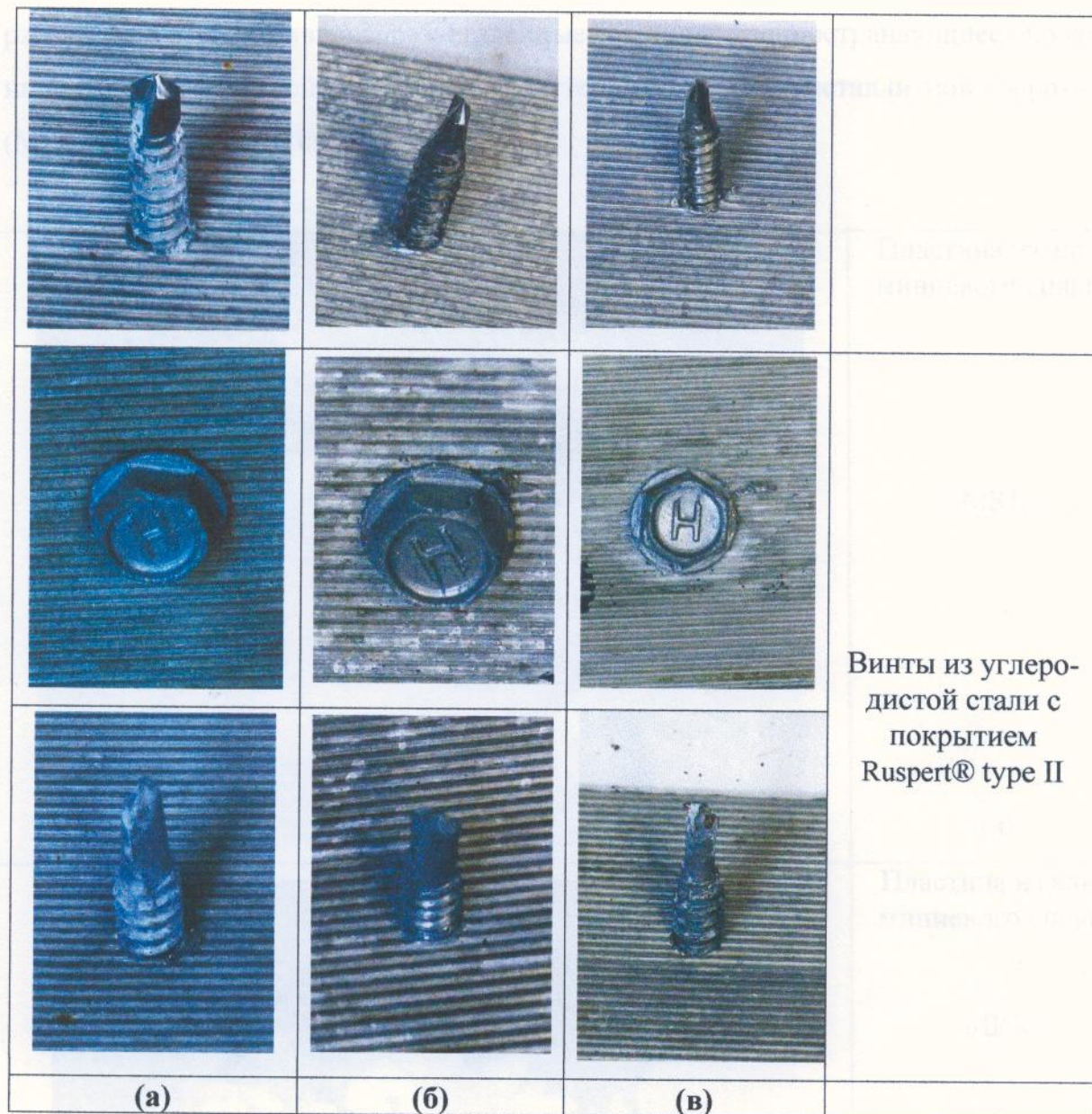


Рис.9. Внешний вид винтов, изготовленных из коррозионностойкой стали AISI 304 и углеродистой стали с покрытием Ruspert® type II, после испытаний в камерах влажности (а), сернистого газа (б) и соляного тумана (в) в течение 30 суток.

В результате *металлографического анализа* установлено, что в зоне контакта с алюминиевой пластиной в материале винтов из углеродистой стали с покрытием Ruspert выявлены повреждения, аналогичные обнаруженным на винтах 1-й группы соединений. В материале винтов из коррозионностойкой стали коррозионных повреждений не выявлено.

После испытаний в камерах сернистого газа (рис.10а) и соляного тумана (рис.10б) в материале *алюминиевых пластин* в зонах контактов с винтами из не-

ржавеющей стали выявлены разветвленные трещины, распространяющиеся по границам зерен, глубиной до 400 мкм, характерные для межкристаллитной коррозии (МКК) алюминиевых сплавов.

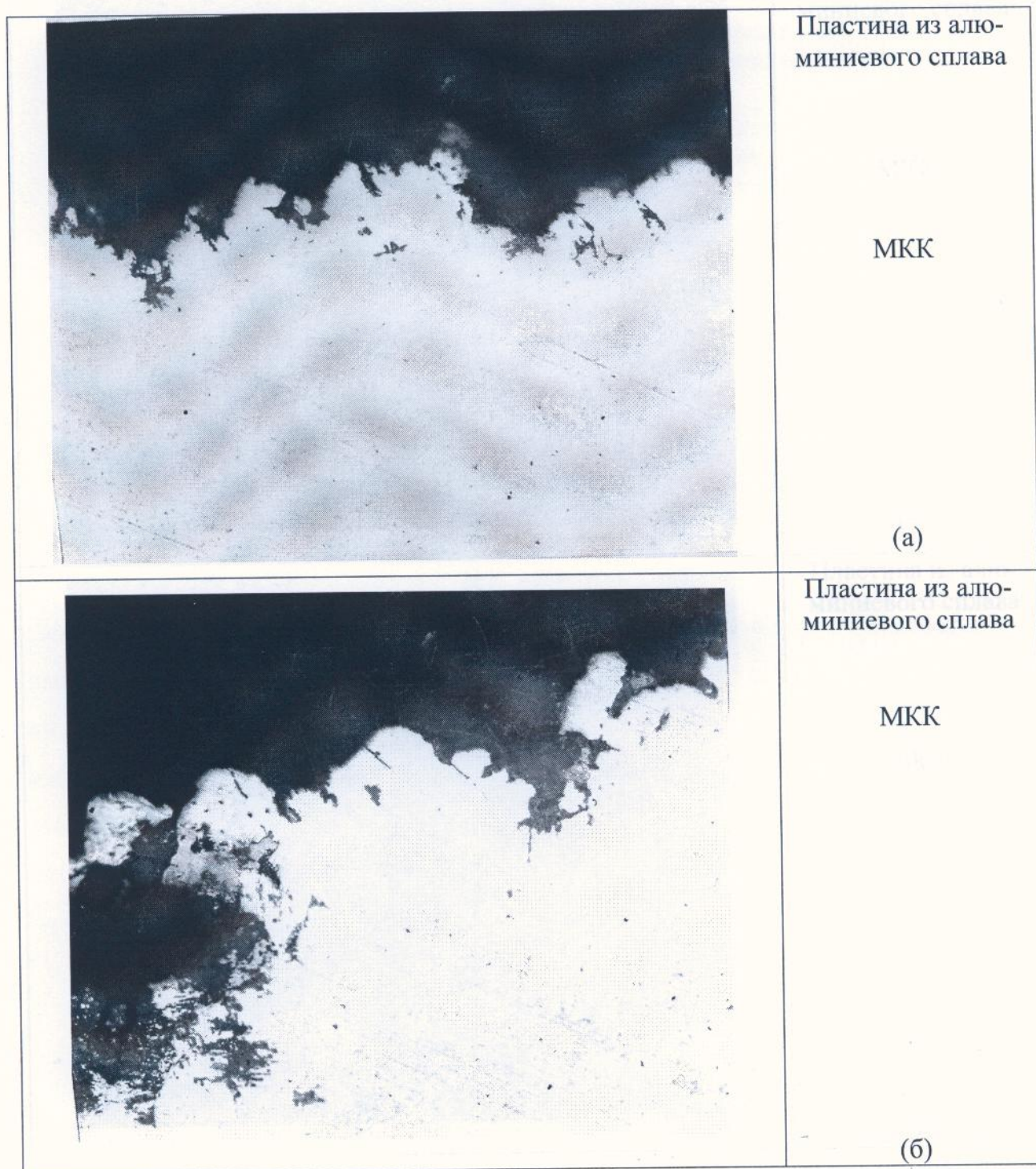


Рис.10 Состояние материала алюминиевых пластин в контакте с нержавеющей сталью после испытаний в камерах сернистого газа (а) и соляного тумана (б) в течение 30 суток, x200.

В зоне контакта с винтами из углеродистой стали в материале алюминиевых пластинах в тех же атмосферах (рис.11а,б) обнаружены лишь множественные язвы глубиной до 15 мкм и единичные трещины глубиной до 100 мкм.

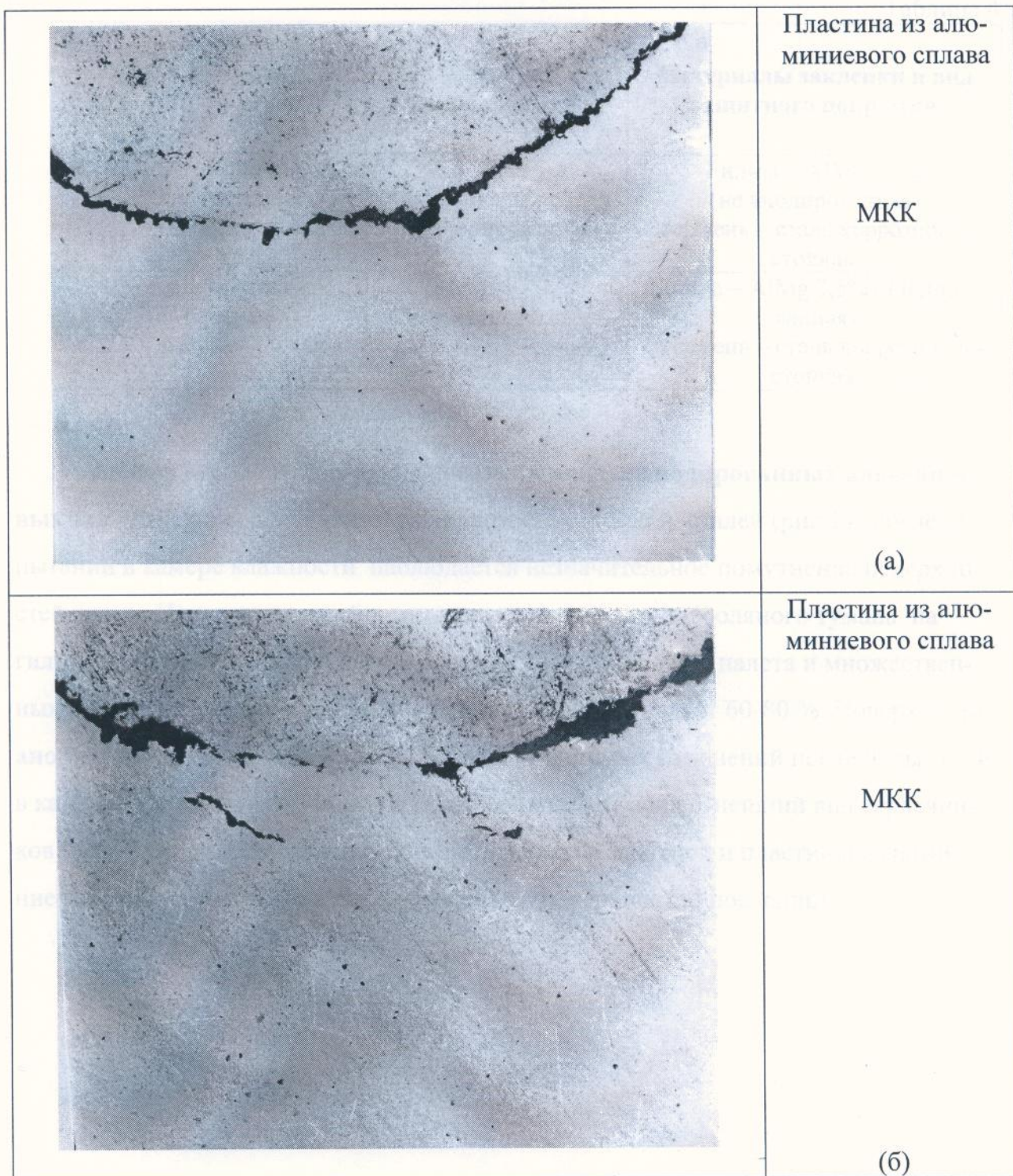


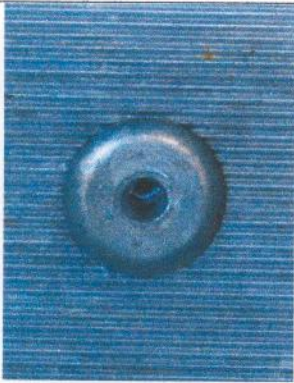
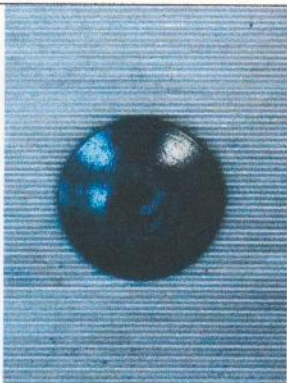

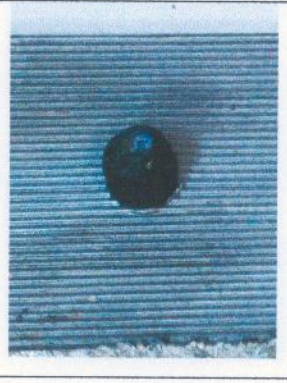




Рис.11. Состояние материала алюминиевых пластин в контакте с углеродистой сталью с покрытием Ruspert® type II после испытаний в камерах сернистого газа (а) и соляного тумана (б) в течение 30 суток, x200.

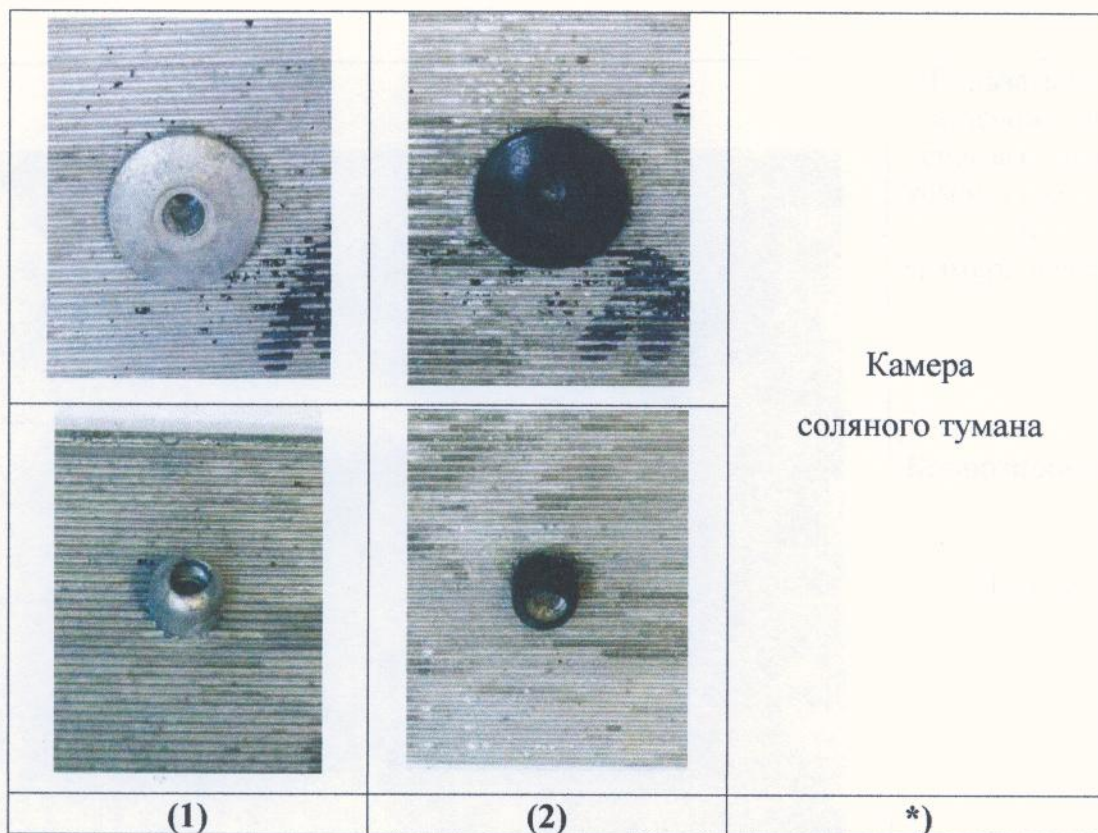
Четвертая группа соединений. В группу входят фрагменты кронштейна и направляющей, изготовленные из алюминиевого сплава и соединенные заклепками с различными сочетаниями материалов стержня и гильзы (табл. №4).

Таблица 4

№	Материал кронштейна	Материал направляющей	Материалы заклепки и вид защитного покрытия
2	Алюминиевый сплав (не анодированный)	Алюминиевый сплав (не анодированный)	Гильза – AlMg 3,5% (не анодированная) Стержень – сталь коррозионно-стойкая.
3	Алюминиевый сплав (не анодированный)	Алюминиевый сплав (не анодированный)	Гильза – AlMg 3,5% (анодированная) Стержень – сталь коррозионно-стойкая.

Анализ внешнего состояния показал, что на **неанодированных алюминиевых заклепках** с сердечниками из коррозионностойкой стали (рис.12) после испытаний в камере влажности наблюдается незначительное помутнение поверхностей гильз. После испытаний в камерах сернистого газа и соляного тумана на гильзах заклепок выявлена поверхностная коррозия в виде налета и множественных пятен серо-желтого цвета, площадь которой составляет 60-80 %. Поверхности **анодированных заклепок** сохранились без видимых изменений после испытаний в камерах влажности, сернистого газа и соляного тумана. Внешний вид сердечников практически не изменился. В зонах контактов заклепок и пластин из алюминиевых сплавов выявлено лишь помутнение поверхностей последних.

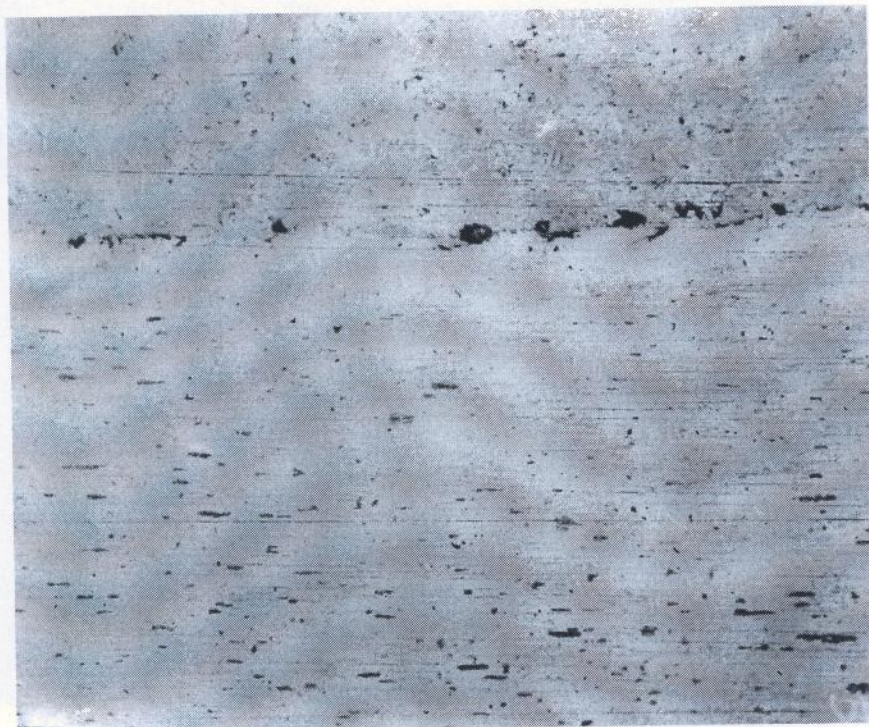
		Камера влажности
		
(1)	(2)	*)
		Камера сернистого газа
		
(1)	(2)	*)



*) Обозначения сопряжений соответствуют обозначениям в табл. 4.

Рис.12 Внешний вид заклепок, изготовленных из алюминиевых сплавов, после испытаний в камерах влажности, сернистого газа и соляного тумана в течение 30 суток.

В результате *металлографического анализа* установлено, что на гильзах заклепок с сердечниками из коррозионностойкой стали (рис.13) в зонах их контакта с алюминиевыми пластинами после испытаний в камерах влажности (рис.13 а, б), сернистого газа (рис. 13 в, г) и соляного тумана (рис. 13 д, е) выявлены коррозионные повреждения в виде язв и локальных трещин, глубина которых составляет около 5 мкм и 50 мкм соответственно. Трещины развиваются как непосредственно от поверхности заклепок, так и от коррозионных язв. Идентичная глубина язв и характер развития трещин в зоне контактной коррозии позволяет сделать вывод о том, что коррозионная стойкость заклепок с сердечниками из оцинкованной и коррозионностойкой сталями практически одинакова. Материал испытанных сердечников не оказывает заметного влияния на коррозионную стойкость алюминиевых заклепок, что связано с практическим отсутствием коррозионной среды в зоне контакта гильза-сердечник. В материалах сердечников коррозионных повреждений не выявлено.

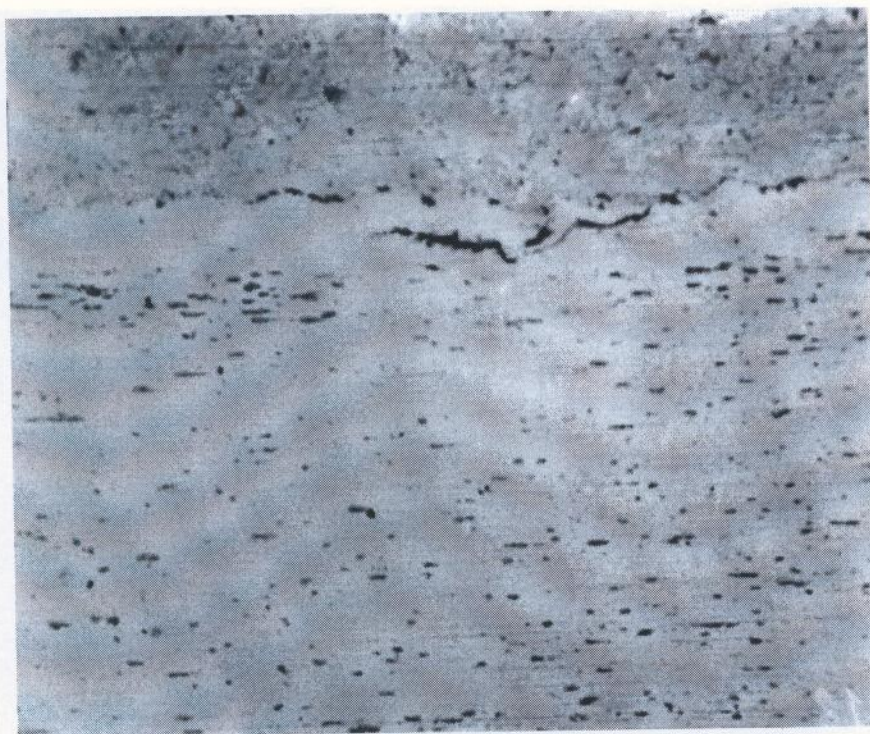


Гильза заклепки
из алюминиевого
сплава с сердечни-
ком из нержавеющей
стали
(камера влажности)

Коррозионные язвы

Трещины

(а)

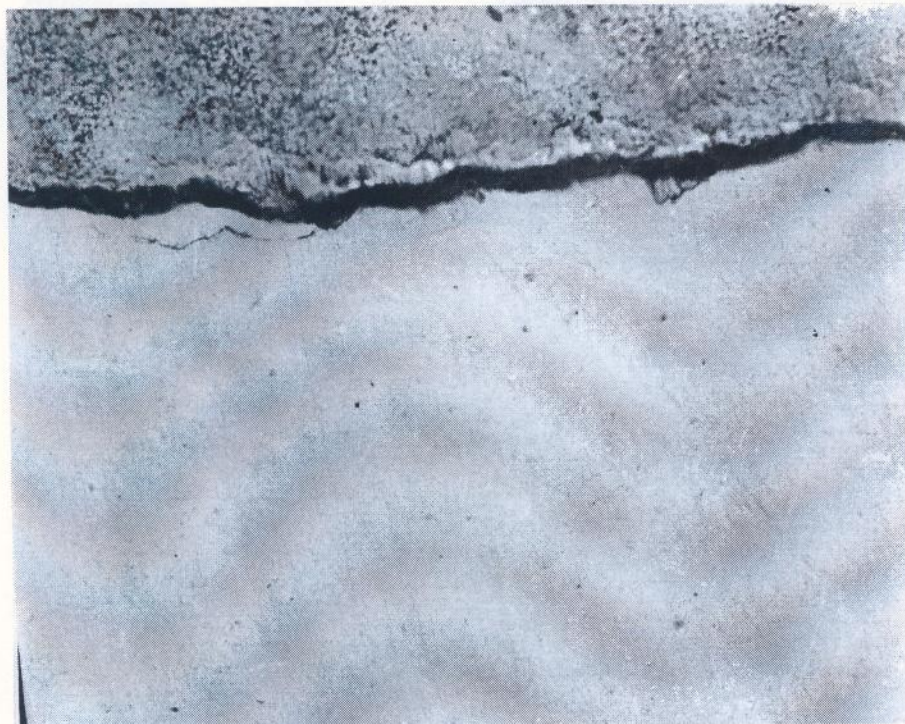


Гильза заклепки
из алюминиевого
сплава с сердечни-
ком из нержавеющей
стали
(камера влажности)

Коррозионные язвы

Трещины

(б)

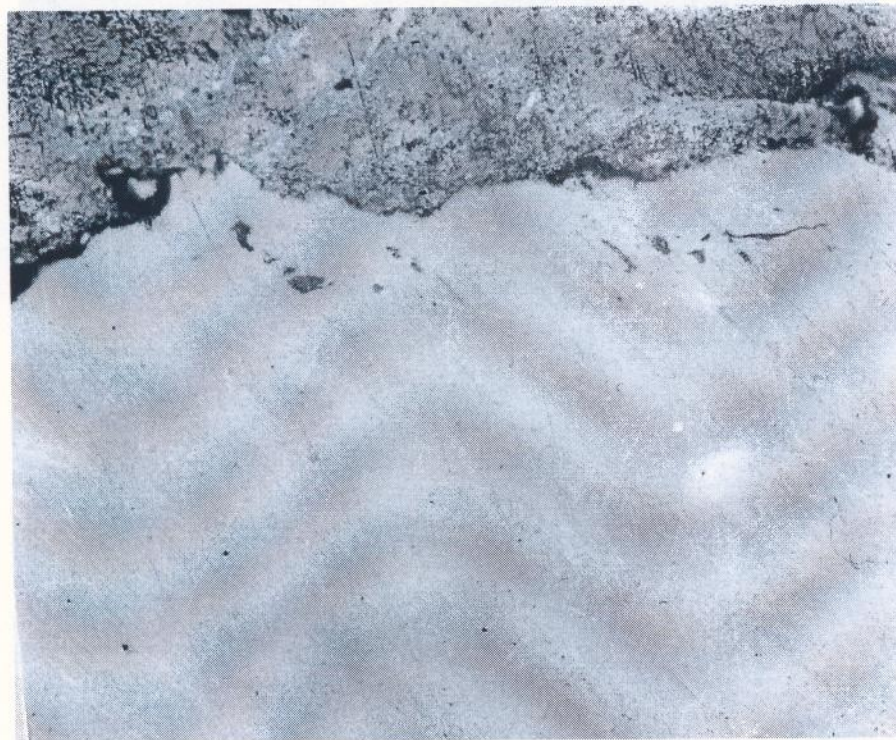


Гильза заклепки
из алюминиевого
сплава с сердечни-
ком из нержавеющей
стали
(камера сернистого
газа)

Коррозионные язвы

Трещины

(в)



Гильза заклепки
из алюминиевого
сплава с сердечни-
ком из нержавеющей
стали
(камера сернистого
газа)

Коррозионные язвы

Трещины

(г)

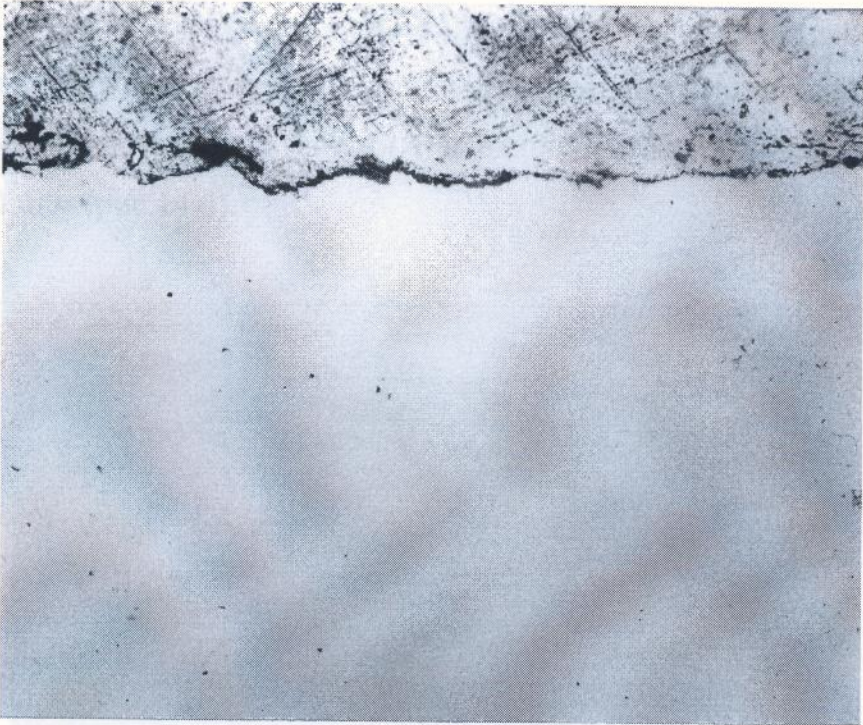
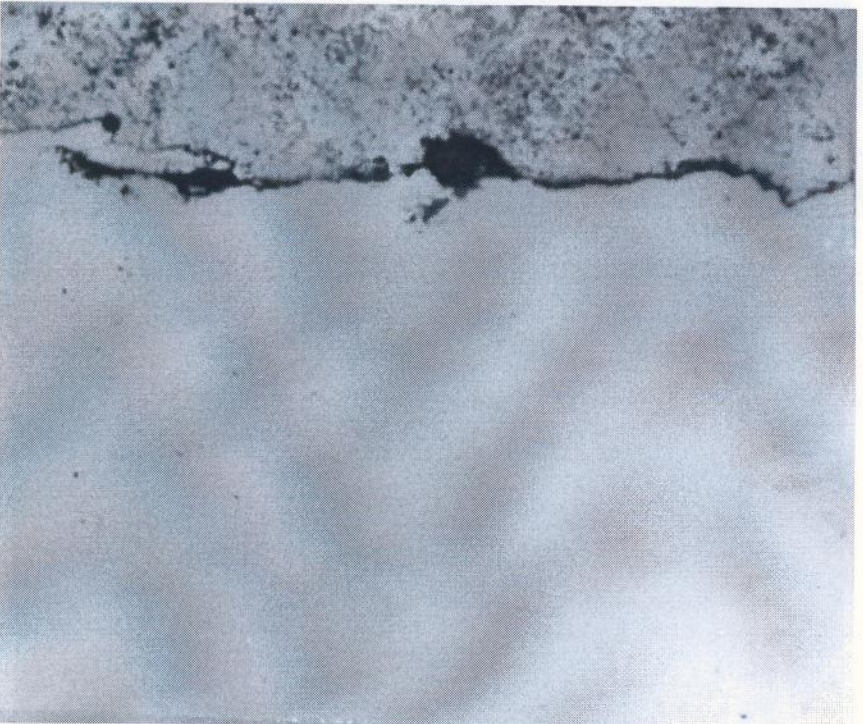
	<p>Гильза заклепки из алюминиевого сплава с сердечником из нержавеющей стали (камера соляного тумана)</p> <p>Коррозионные язвы</p> <p>(д)</p>
	<p>Гильза заклепки из алюминиевого сплава с сердечником из нержавеющей стали (камера соляного тумана)</p> <p>Коррозионные язвы</p> <p>МКК</p> <p>(е)</p>

Рис.13. Состояние материала гильз заклепок из алюминиевого сплава с сердечником из нержавеющей стали после испытаний в камерах влажности (а,б), сернистого газа (в,г) и соляного тумана (д,е) в течение 30 суток, x200.



На анодированных заклепках имеется слой оксидного покрытия толщиной ~ 7-10 мкм. После испытаний в камере сернистого газа на заклепках обнаружено повреждение анодного слоя в виде коррозионных язв, глубина которых соизмерима с толщиной покрытия (рис. 14 а) и единичные коррозионные трещины глубиной до 30 мкм (рис.14 б).

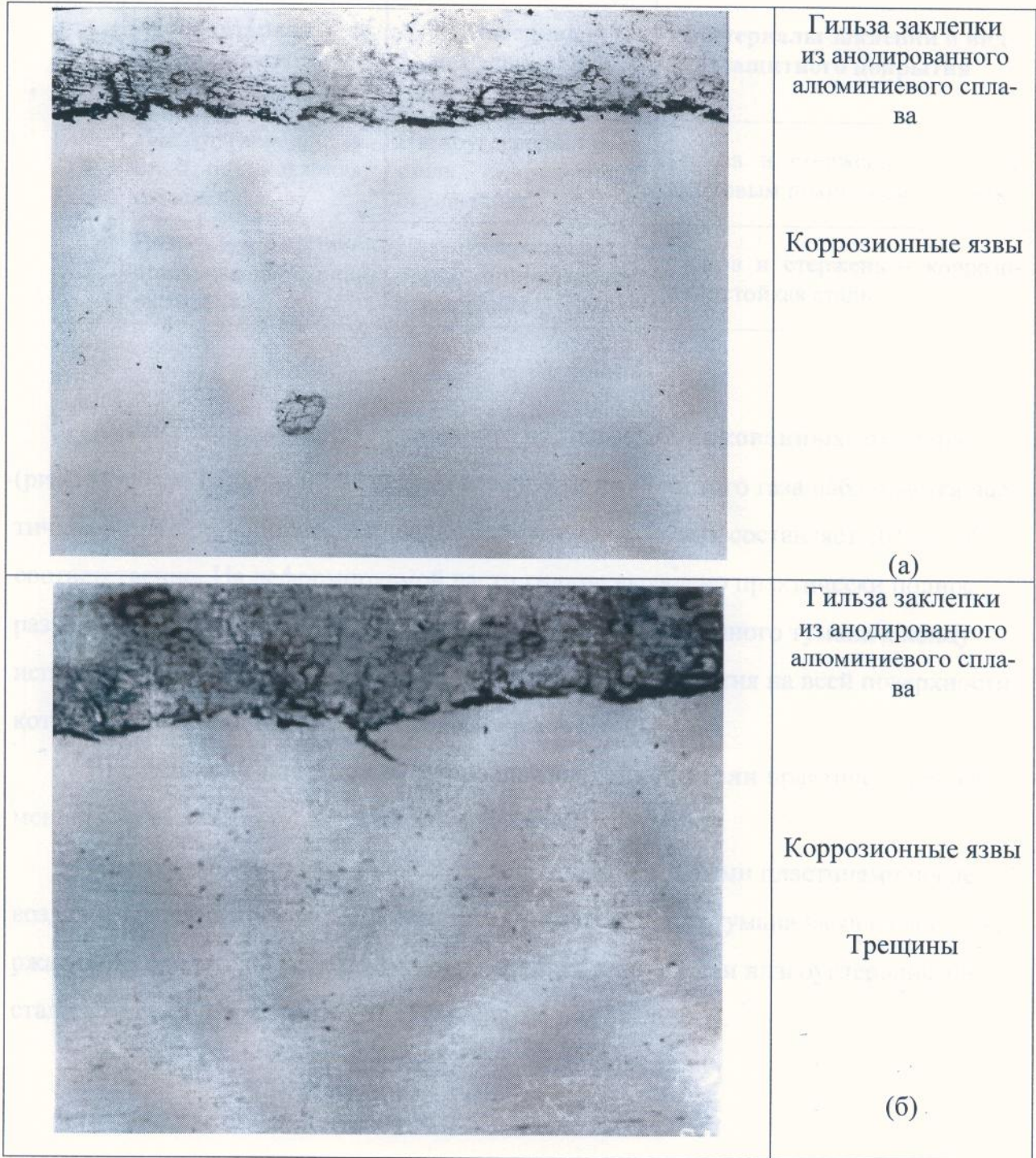


Рис. 14. Состояние материала анодированных алюминиевых заклепок после испытания в камере сернистого газа в течение 30 суток, х200.

Пятая группа соединений. В группу входят фрагменты кронштейна и направляющей, изготовленные из листовой стали с антикоррозионным покрытием, и соединенные стальными заклепками с цинковым покрытием и заклепками из коррозионностойкой стали (табл. №5).

Таблица 5

№	Материал кронштейна	Материал направляющей	Материалы заклепки и вид защитного покрытия
1	Низкоуглеродистая сталь, оцинкованная, окрашенная.	Низкоуглеродистая сталь, оцинкованная, окрашенная.	Гильза и стержень – сталь с цинковым покрытием 5-7 мкм.
2	Низкоуглеродистая сталь, оцинкованная, окрашенная.	Низкоуглеродистая сталь, оцинкованная, окрашенная.	Гильза и стержень – коррозионностойкая сталь.

Анализ внешнего вида показал, что на гильзах **оцинкованных заклепок** (рис.15) после испытаний в камерах влажности и сернистого газа наблюдается частичное разрушение цинка, площадь повреждений которых составляет 10% и 30% соответственно. На деформируемой части гильзы выявлено практически полное разрушение покрытия и пятна ржавчины. В атмосфере соляного тумана к концу испытаний выявлено полное разрушение цинкового покрытия на всей поверхности, которая практически полностью покрыта ржавчиной.

Внешний вид **заклепок из коррозионностойкой стали** практически не изменился за все время испытаний в каждой из атмосфер.

В зонах контактов заклепок с окрашенными стальными пластинами после воздействия агрессивных сред сернистого газа и соляного тумана выявлены потеки ржавчины, свидетельствующие о коррозионном разрушении низкоуглеродистой стали в местах повреждений ЛКП (отверстие под заклепку).

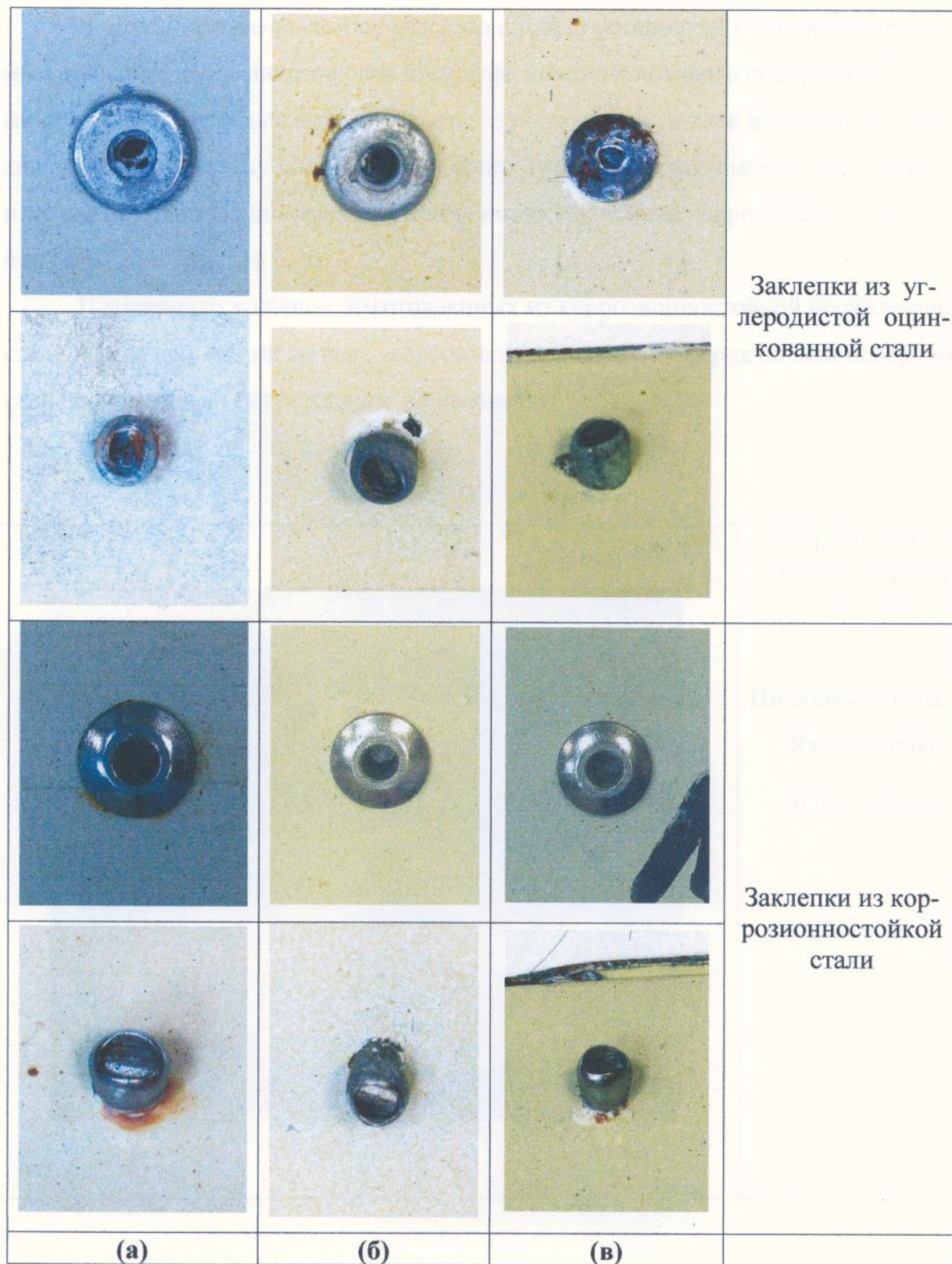
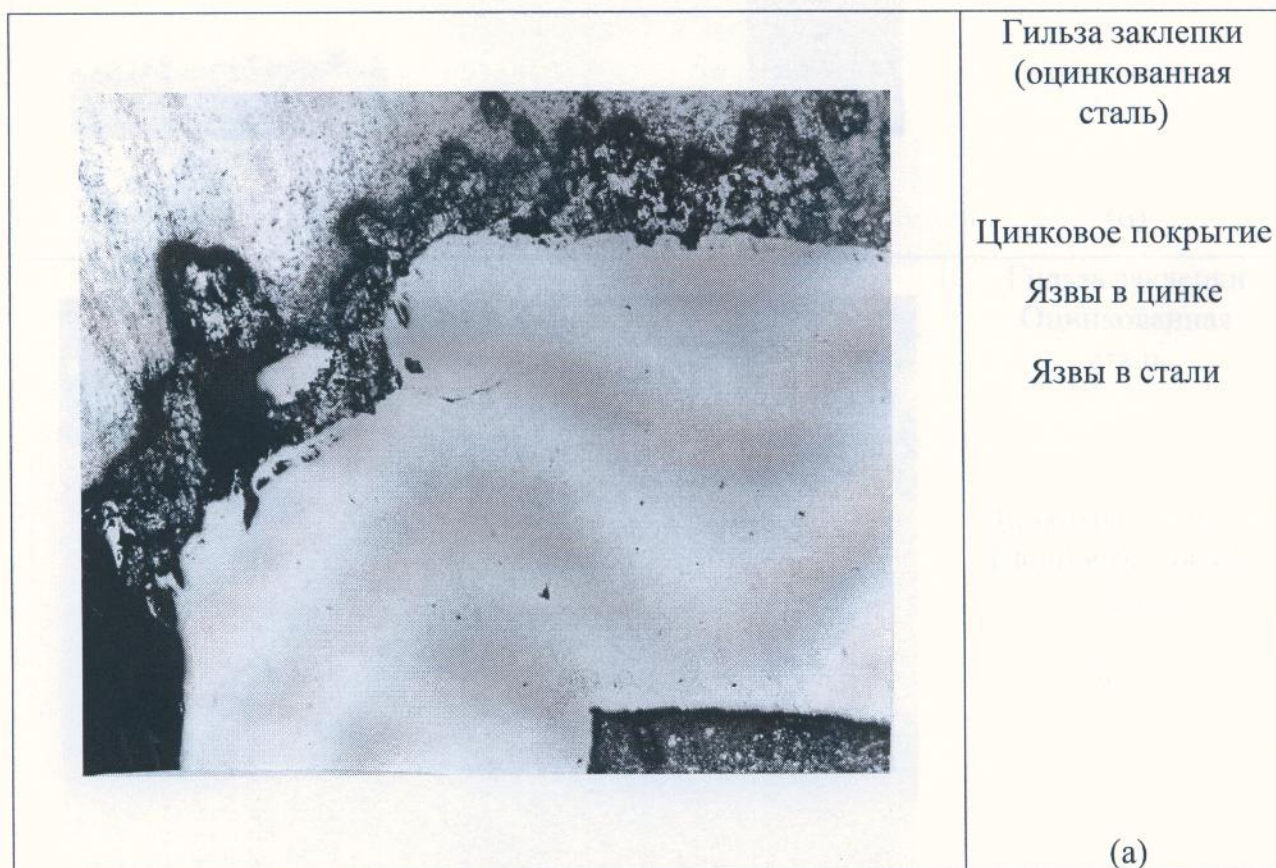


Рис. 15 Внешний вид заклепок, изготовленных из коррозионностойкой стали AISI 304 и углеродистой оцинкованной стали, после испытаний в камерах влажности (а), сернистого газа (б) и соляного тумана (в) в течение 30 суток.

В результате *металлографического анализа* установлено, что на исследуемые заклепки нанесено цинковое покрытие, толщина которого составляет 5-7 мкм (рис.16). После испытаний в камере сернистого газа в слое цинкового покрытия выявлены язвы глубиной до 4 мкм (рис. 16 а), в зоне контакта с окрашенной пластиной выявлено полное разрушение цинка и язвенная коррозия стали на глубину до 7 мкм (рис. 16 б, в) .

В материале заклепок, изготовленных из коррозионностойкой нержавеющей стали, после испытаний во всех экспериментальных атмосферах вблизи поверхностей коррозионных повреждений не выявлено.



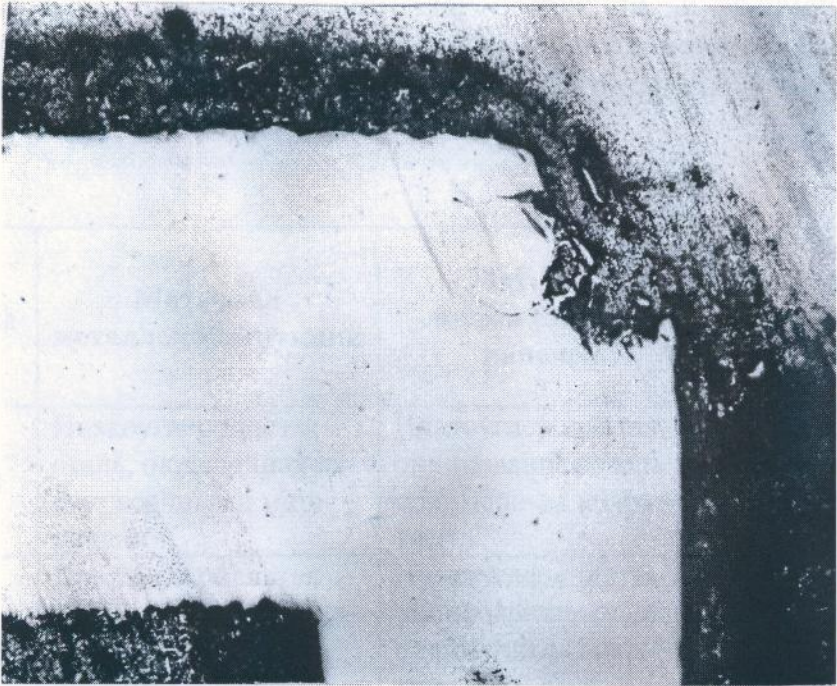
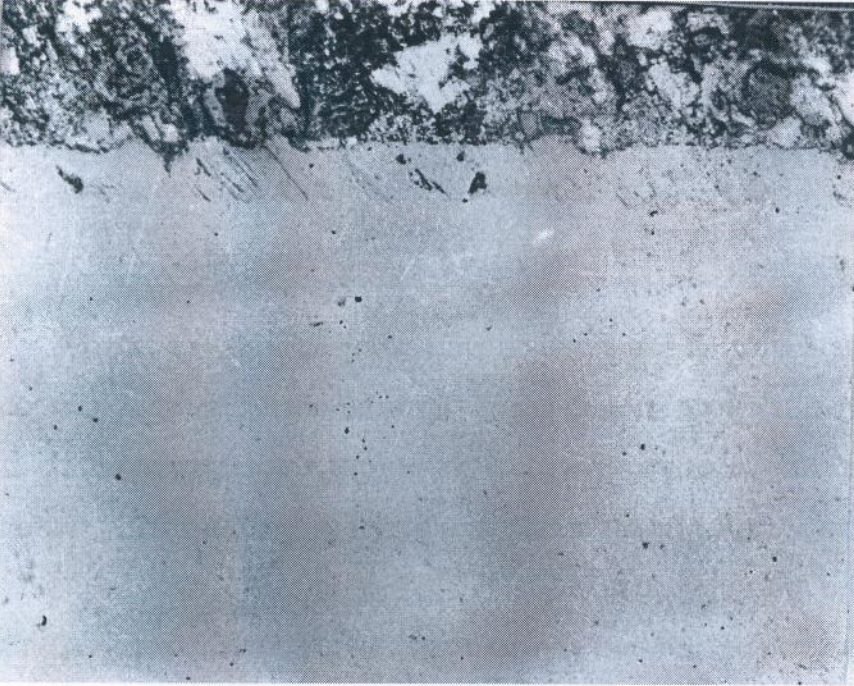
	<p>Гильза заклепки (оцинкованная сталь)</p> <p>Цинковое покрытие (полностью разру- шено)</p> <p>Язвы в стали</p> <p>(б)</p>
	<p>Гильза заклепки Оцинкованная сталь</p> <p>Цинковое покрытие (полностью разру- шено)</p> <p>Язвы</p> <p>(в)</p>

Рис.16. Состояние материала оцинкованных заклепок после испытаний в камере сернистого газа в течение 30 суток, x200.

Шестая группа соединений. В группу входят фрагменты металлопроката, используемого для монтажа металлоконструкций, и фрагменты стальных листов сэндвич-панелей с полимерным покрытием, соединенные самосверлящими, самонарезающими винтами из углеродистой стали с различными видами защитного покрытия с шайбами из разных металлов (табл.№6).

Таблица 6

№	Материал металлоконструкций	Материал листов сэндвич-панелей	Материал винта, вид защитного покрытия, материал шайбы, вид защитного покрытия
1	Низкоуглеродистая сталь, окрашенная лакокрасочными материалами.	Низкоуглеродистая оцинкованная сталь с полимерным покрытием.	Винт – углеродистая сталь с цинковым покрытием 12-20 мкм. Шайба- сталь с цинковым покрытием 5-7 мкм, прокладка EPDM.
2	Низкоуглеродистая сталь, окрашенная лакокрасочными материалами.	Низкоуглеродистая оцинкованная сталь с полимерным покрытием.	Винт – углеродистая сталь с антикоррозионным покрытием «Ruspert ® type II». Шайба – алюминиевый сплав, прокладка EPDM.
3	Низкоуглеродистая сталь, окрашенная лакокрасочными материалами	Низкоуглеродистая оцинкованная сталь с полимерным покрытием.	Винт – углеродистая сталь с антикоррозионным покрытием «Ruspert ® type II». Шайба – коррозионностойкая сталь, прокладка EPDM.
4	Низкоуглеродистая сталь, окрашенная лакокрасочными материалами	Низкоуглеродистая оцинкованная сталь с полимерным покрытием.	Винт – углеродистая сталь с антикоррозионным покрытием «Xylan ®». Шайба-коррозионностойкая сталь, прокладка EPDM.

Анализ внешнего состояния показал, что на головках винтов, изготовленных из **оцинкованной углеродистой стали** (рис.17а, рис.18а, рис.19а), после испытаний в камерах влажности (рис.17) и сернистого газа (рис.18) обнаружены лишь единичные точки белого цвета и незначительный белый налет. В соляном тумане (рис.19) на винтах наблюдается 30%-ная коррозия стали при полном разрушении цинкового покрытия. На **оцинкованных шайбах** во всех атмосферах обнаружен сплошной налет белого цвета коррозии цинкового покрытия, признаков коррозионного повреждения стали не выявлено. Точки ржавчины выявлены лишь на торцевых поверхностях шайб.

Головки **винтов с покрытиями Ruspert ® type II** в контакте с алюминиевой шайбой (рис. 17 б, рис. 18 б, рис. 19 б) после выдержки в камерах влажности и

сернистого газа не претерпели видимых изменений, на резьбовой части выявлен серо-белый налет площадью до 70% и единичные пятна ржавчины. После испытаний в атмосфере соляного тумана на головке и резьбе также имеются повреждения защитного слоя, площадь которых составляет до 30%. На шайбах после выдержки в каждой из атмосфер выявлены пятна серо-желтого цвета, типичные для коррозии алюминиевых сплавов в начальной стадии.

На поверхностях **винтов с покрытием Ruspert® type II** (рис.17 в, рис.18в, рис.19 в), и **Xylan®** (рис. 17 г, рис.18 г, рис. 19 г), в контакте с шайбой из нержавеющей стали после выдержки в камерах влажности и сернистого газа выявлены пятна серого цвета площадью до 10%. После испытаний в атмосфере соляного тумана обнаружены аналогичные повреждения поверхностей, площадь которых составляет до 20%. Кроме того, в зоне сопряженных деталей на винтах выявлен серо-белый налет продуктов коррозии цинковой составляющей покрытия. Поверхности шайб из нержавеющей стали сохранились практически полностью.

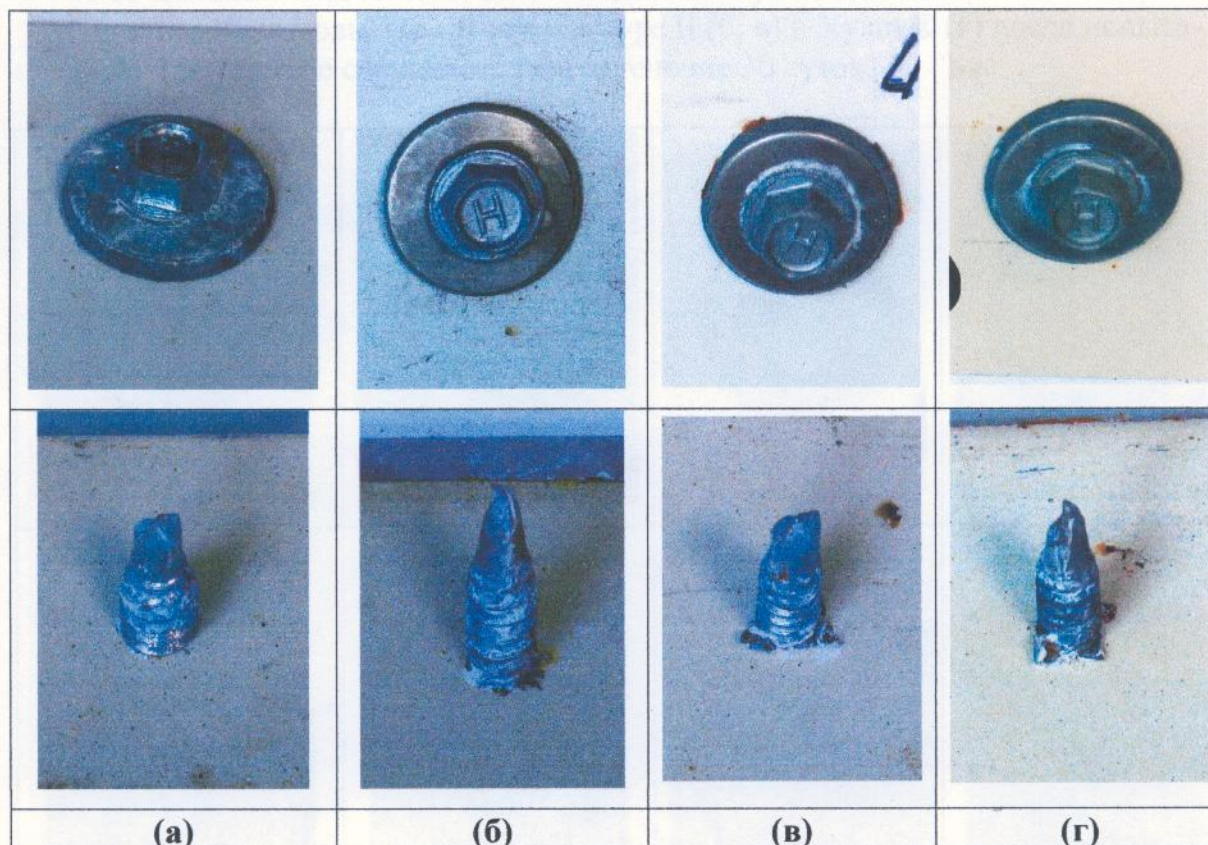


Рис. 17 Внешний вид винтов, изготовленных из углеродистой стали, с покрытиями цинковым (а), Ruspert® type II (б, в) и Xylan® (г) после испытаний в камере влажности в течение 30 суток.

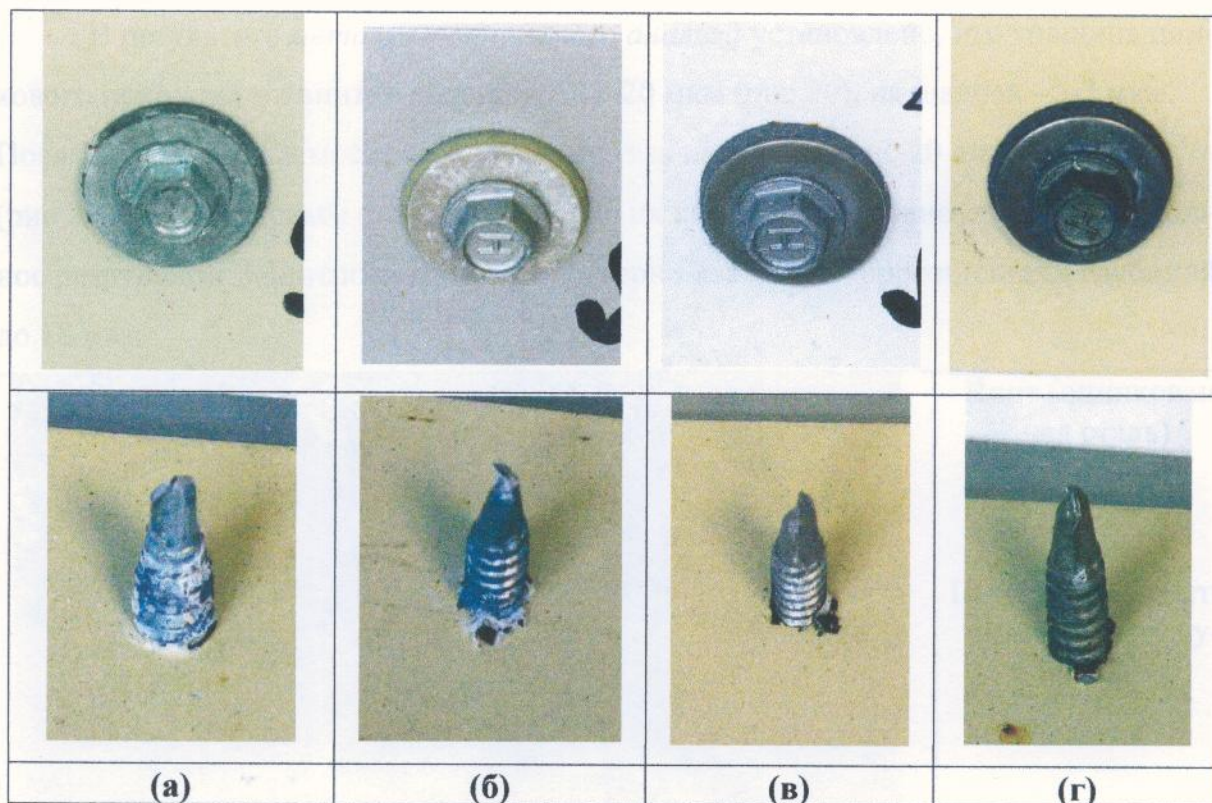


Рис. 19 Внешний вид винтов, изготовленных из углеродистой стали, с покрытиями цинковым (а), Ruspert® type II (б, в) и Xylan® (г) после испытаний в камере сернистого газа в течение 30 суток.

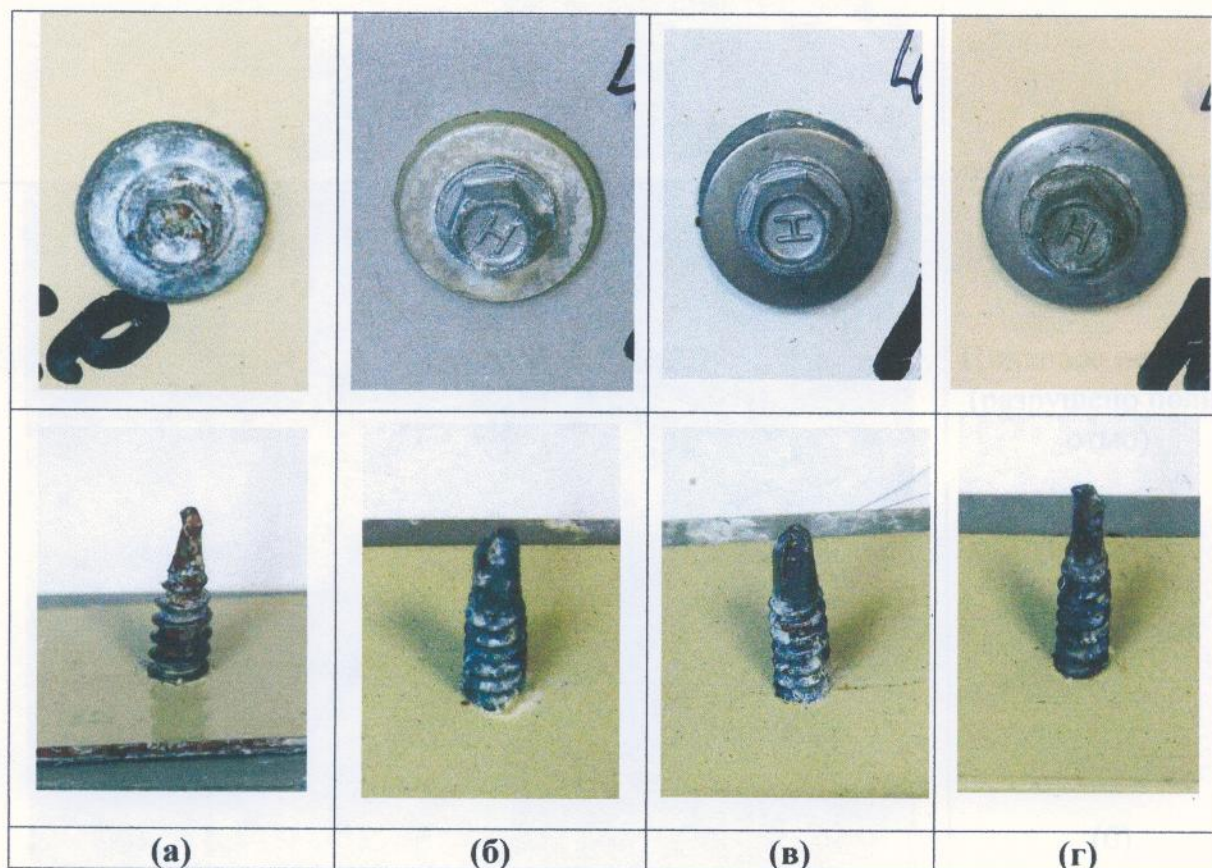
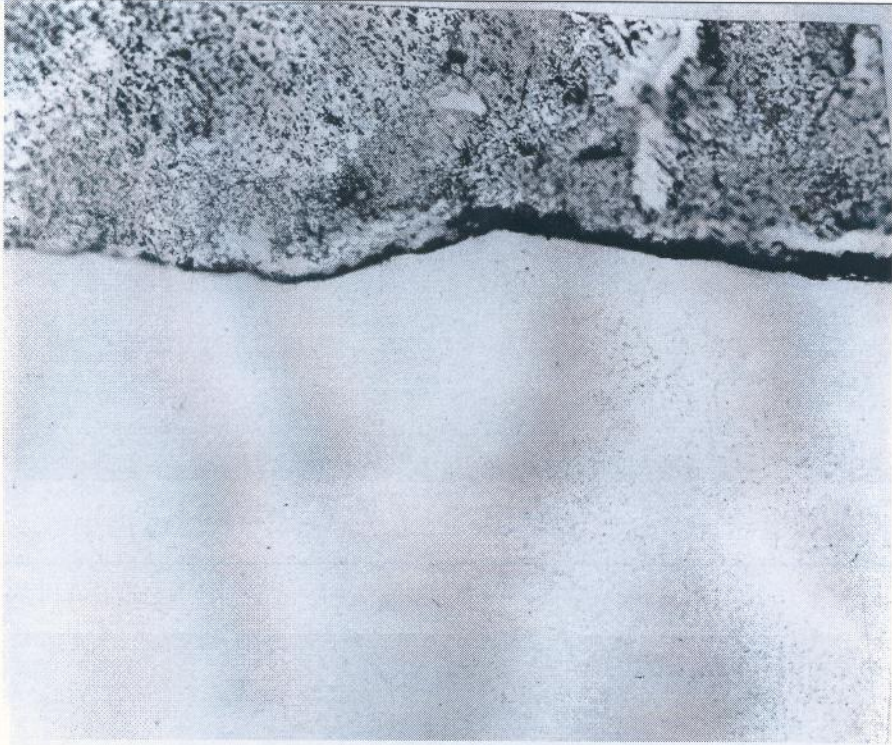
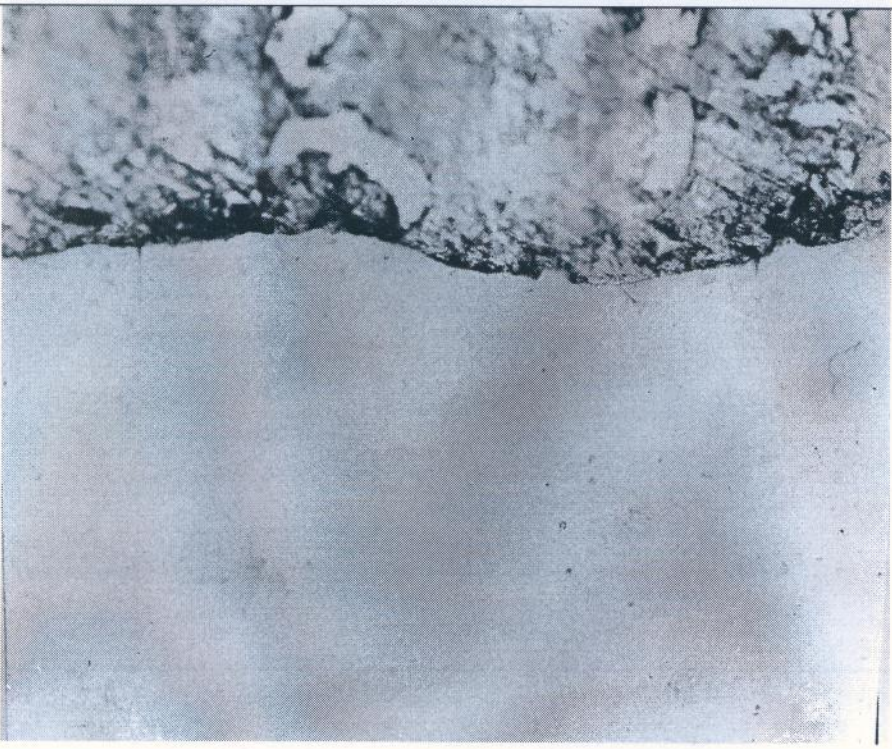
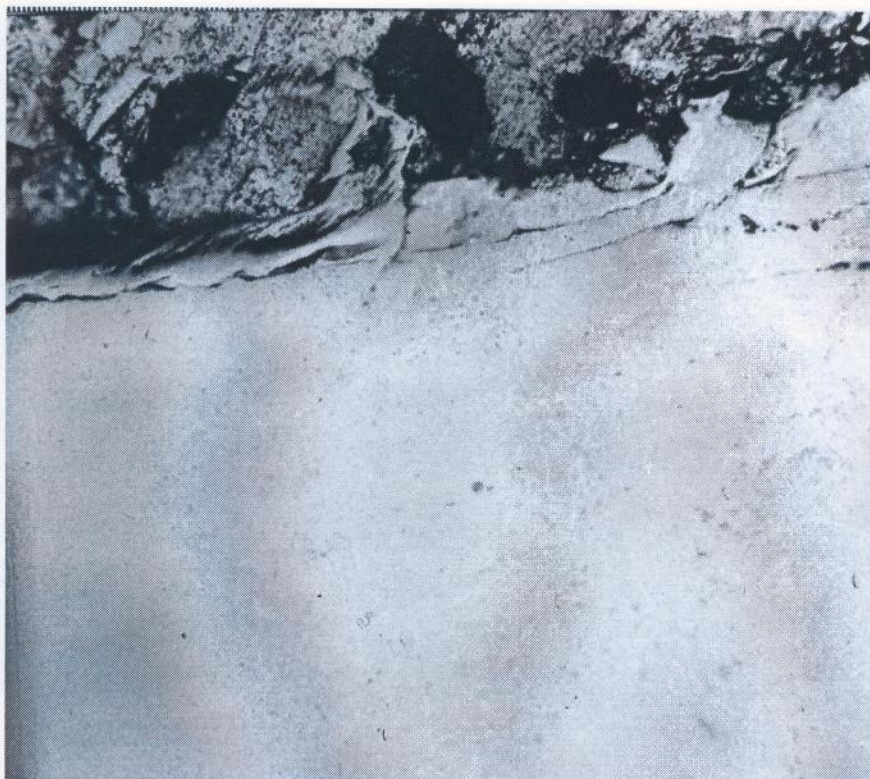


Рис. 19 Внешний вид винтов, изготовленных из углеродистой стали, с покрытиями цинковым (а), Ruspert® type II (б, в) и Xylan® (г) после испытаний в камере соляного тумана в течение 30 суток.

В результате *металлографического анализа* установлено, что толщина цинкового покрытия на винтах составляет 12-20 мкм (рис.20), на шайбах - 5-7 мкм. После выдержки в атмосфере сернистого газа на винтах (рис.20 а-в) и шайбах (рис.20 г-е) с цинковым покрытием в зоне их контакта выявлено практически полное разрушение защитного слоя и равномерно-язвенная коррозия стали глубиной до 18 мкм.

	<p>Винт (оцинкованная сталь)</p> <p>Цинковое покрытие (частично разрушено)</p> <p>(а)</p>
	<p>Винт (оцинкованная сталь)</p> <p>Цинковое покрытие (разрушено полностью)</p> <p>Язвы</p> <p>(б)</p>



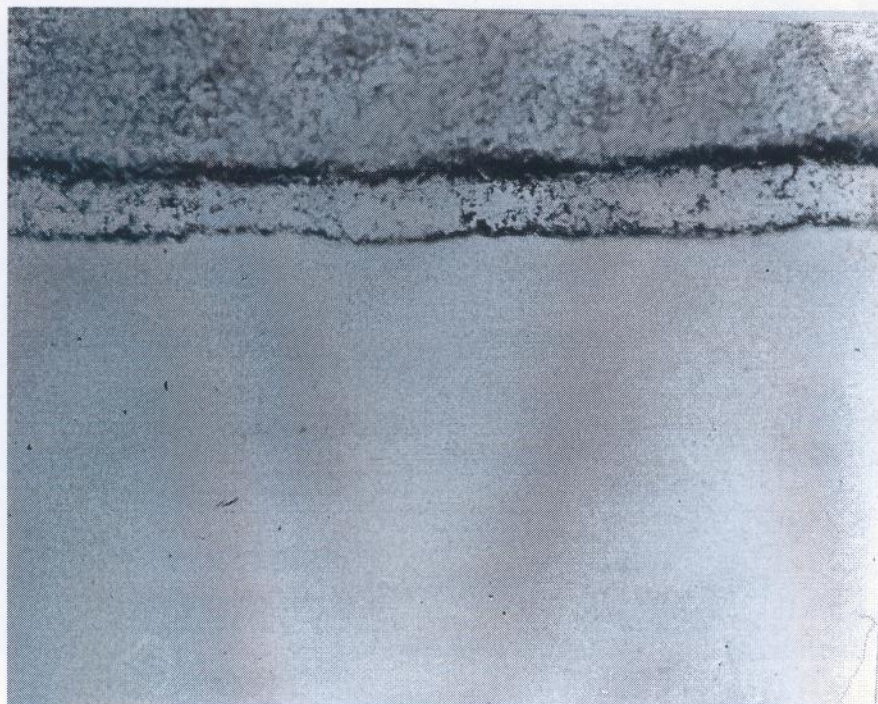
Винт (оцинкованная сталь)

Цинковое покрытие (разрушено полностью)

Язвы в стали

Трещины

(в)



Шайба (оцинкованная сталь)

Цинковое покрытие

Цинковое покрытие

Язвы в цинка

(г)

Рис. 20. Система коррозии в оцинкованной стали (а-в) и шайбе (г) после 10 лет эксплуатации в агрессивной среде (серия испытаний № 30 от 01.01.2000 г.).

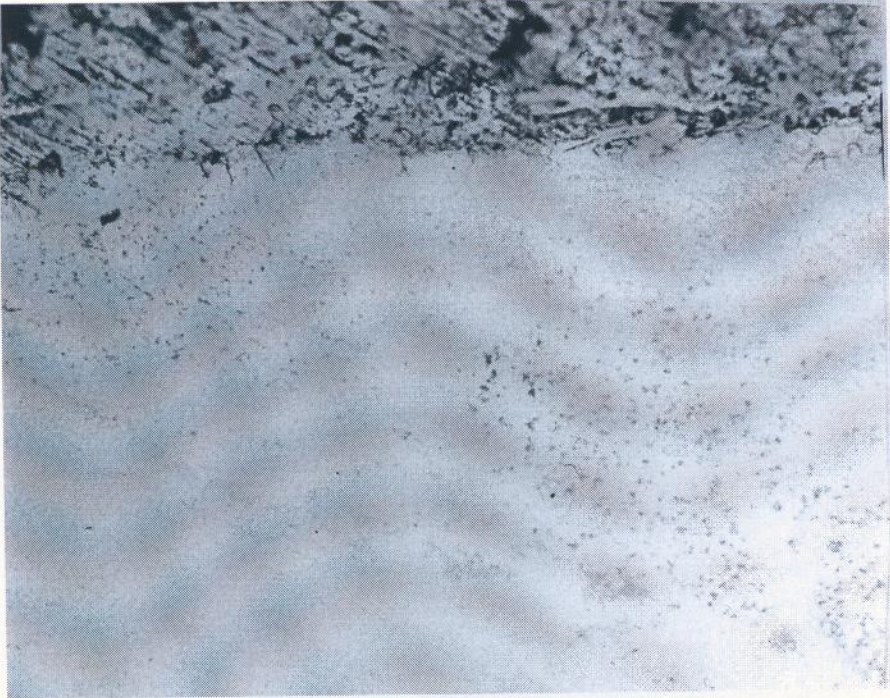
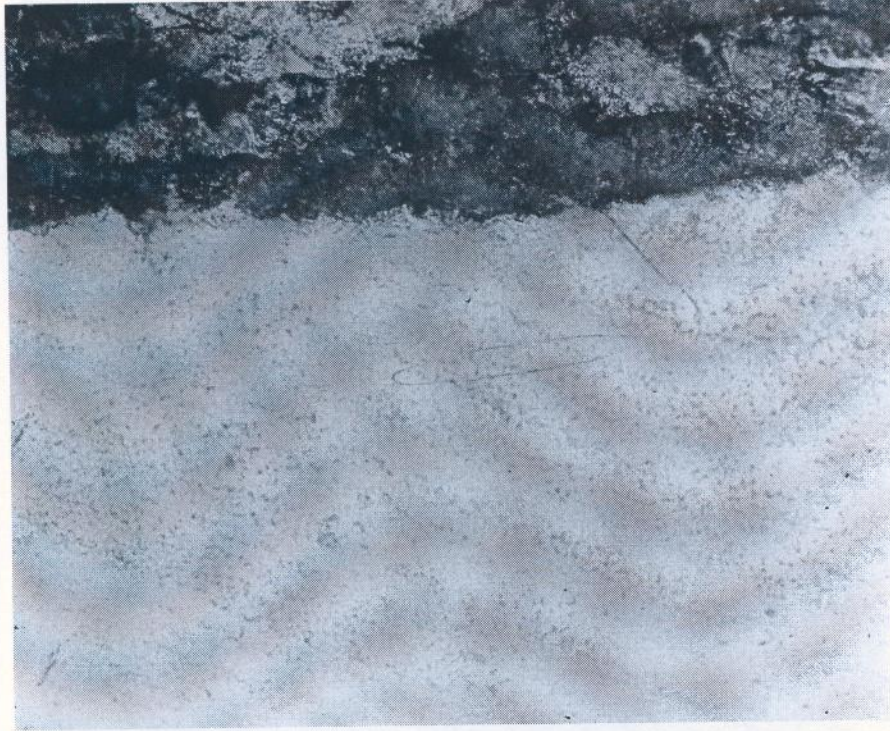
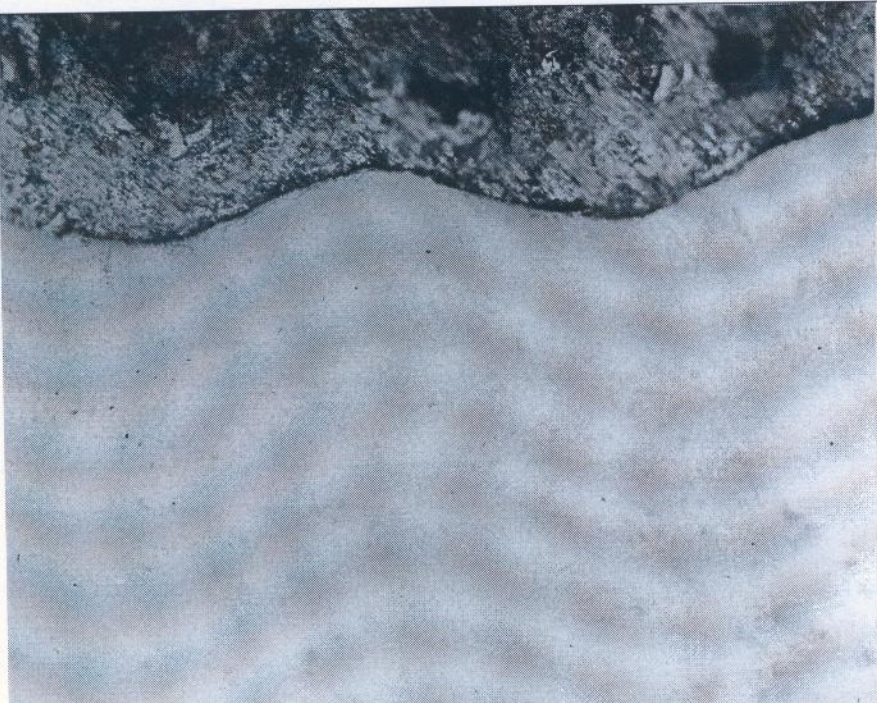
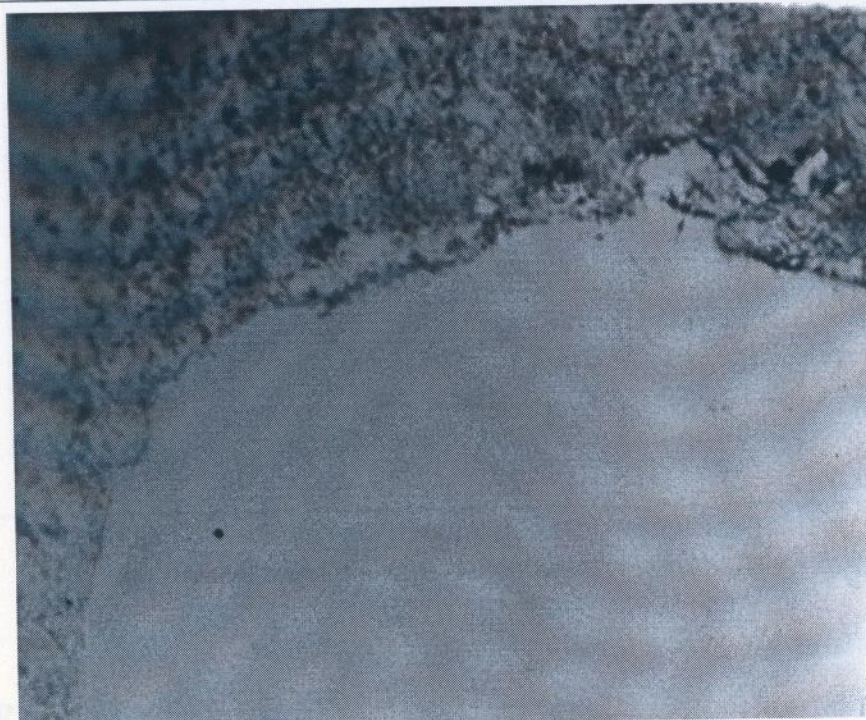
	<p>Шайба (оцинкованная сталь)</p> <p>Цинковое покрытие (разрушено полностью)</p> <p>Язвы</p> <p>Трещины</p> <p>(д)</p>
	<p>Шайба (оцинкованная сталь)</p> <p>Цинковое покрытие</p> <p>Трещины</p> <p>(е)</p>

Рис.20. Состояние материала оцинкованных винтов (а-в) и шайб (г-е) после испытаний в камере сернистого газа в течение 30 суток, х200.

Handwritten signature

В атмосфере соляного тумана коррозионные повреждения винтов с цинковым покрытием (рис. 21 а,б) имеют аналогичный характер с повреждениями на винтах, испытанных в камере сернистого газа. На шайбах (рис. 21 в,г) в зоне контакта выявлено практически полное разрушение защитного слоя с образованием объемных продуктов коррозии стали и цинка.

	<p>Винт (оцинкованная сталь)</p> <p>Цинковое покрытие (частично разрушено)</p> <p>(а)</p>
	<p>Винт (оцинкованная сталь)</p> <p>Цинковое покрытие</p> <p>Язвы в стали</p> <p>(б)</p>


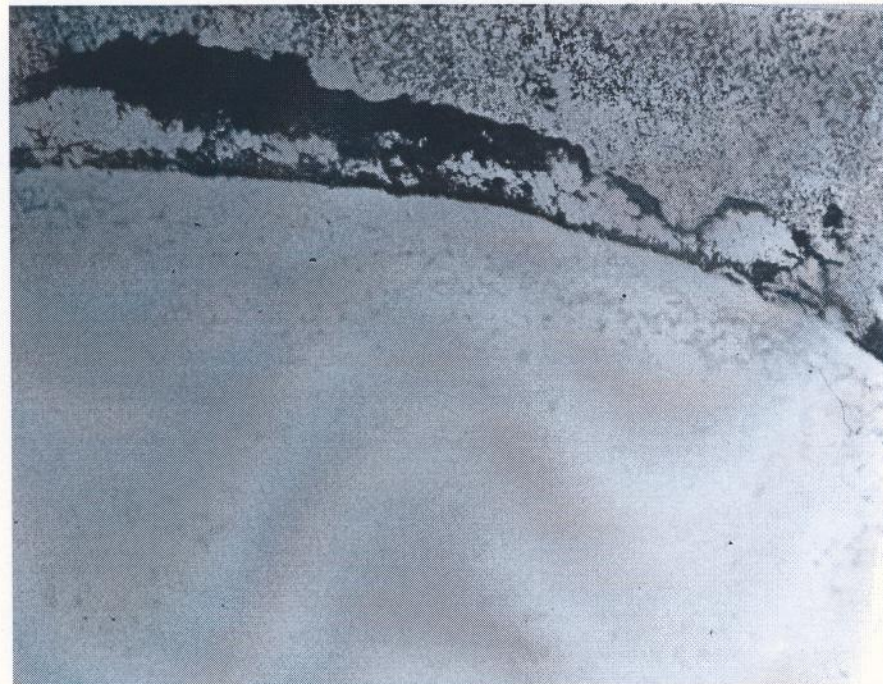
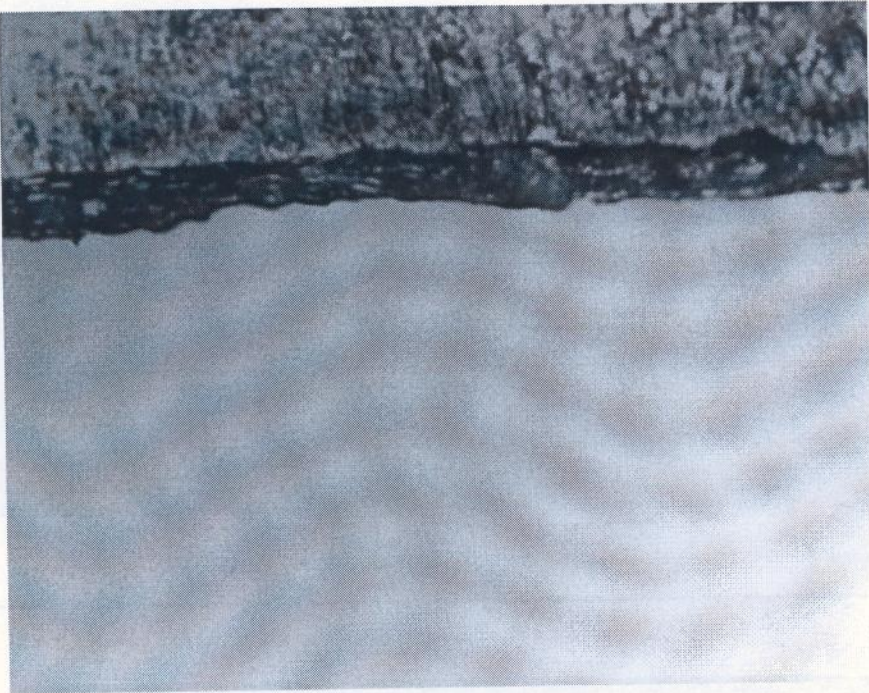
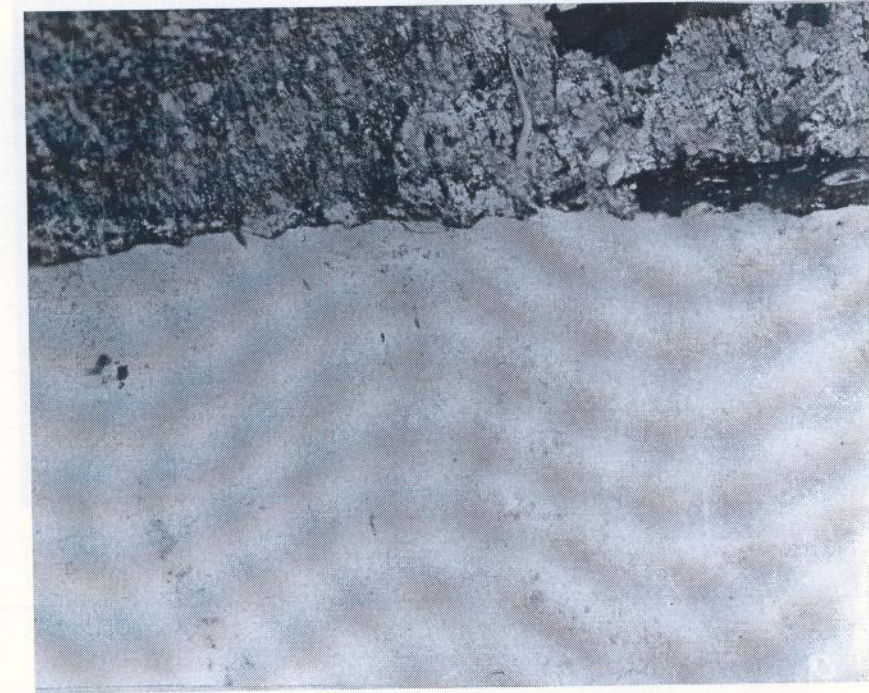
	<p>Шайба (оцинкованная сталь)</p> <p>Продукты коррозии</p> <p>Цинковое покрытие</p> <p>Язвы в стали</p> <p>(в)</p>
	<p>Шайба (оцинкованная сталь)</p> <p>Продукты коррозии</p> <p>Цинковое покрытие</p> <p>Язвы в стали</p> <p>(г)</p>

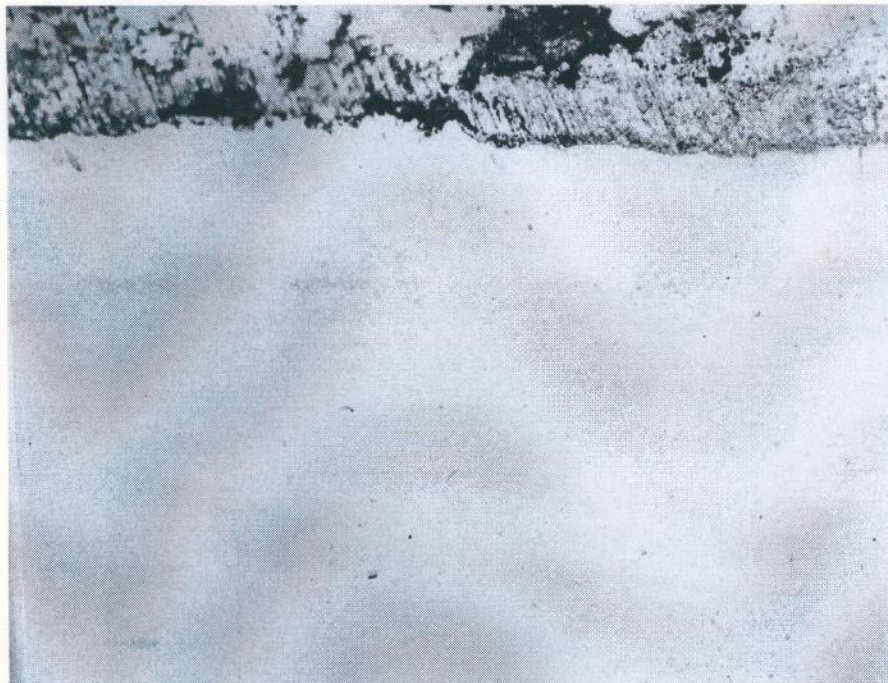
Рис.21. Состояние материала оцинкованных винтов (а,б) и шайб (в,г) после испытаний в камере соляного тумана в течение 30 суток, х200.

После испытаний в камере сернистого газа на винтах с покрытиями Ruspert® type II (рис.22 а-в) и Xylan (рис.22 г, д) в контакте с шайбой как из алюминиевого сплава (рис. 22 а, б), так и из коррозионностойкой стали (рис. 22 в) выявлены участки как с частично сохранившимся (рис. 22 а, в, г), так и разрушенным

защитным покрытием (рис. 22 б, д). На последних участках обнаружены язвенные повреждения стальной основы глубиной до 10 мкм.

	<p>Винт (Ruspert® type II)</p>
	<p>Винт (Ruspert® type II)</p>
	<p>Покрытие (частично разрушено)</p>
	<p>Язвы в стали</p>
	<p>(б)</p>

Винт
(Ruspert® type II)

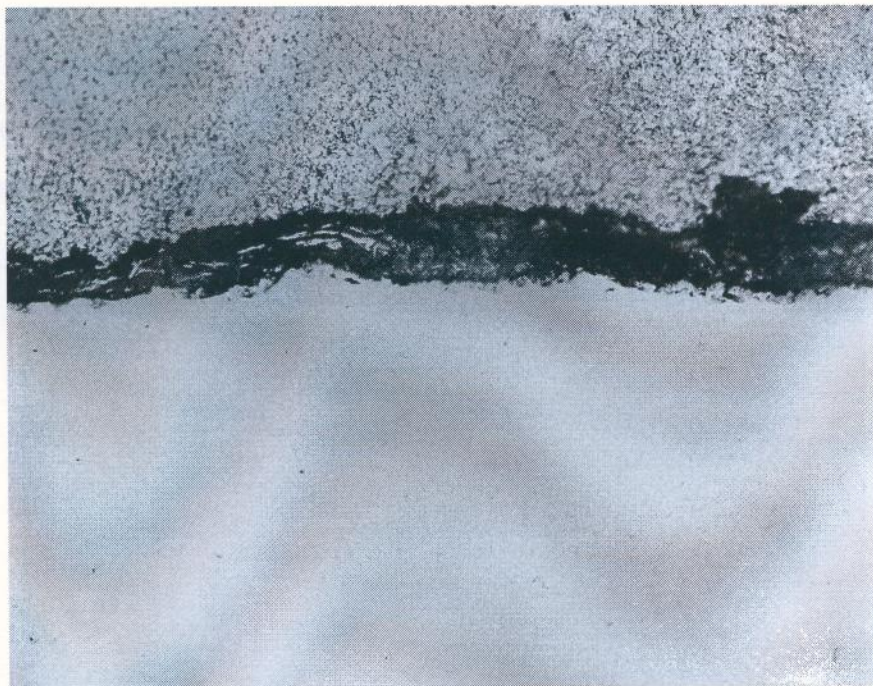


Покрытие
(частично разрушено)

Язвы в стали

(в)

Винт (Хулан®)



Покрытие
Язвы в стали

(г)

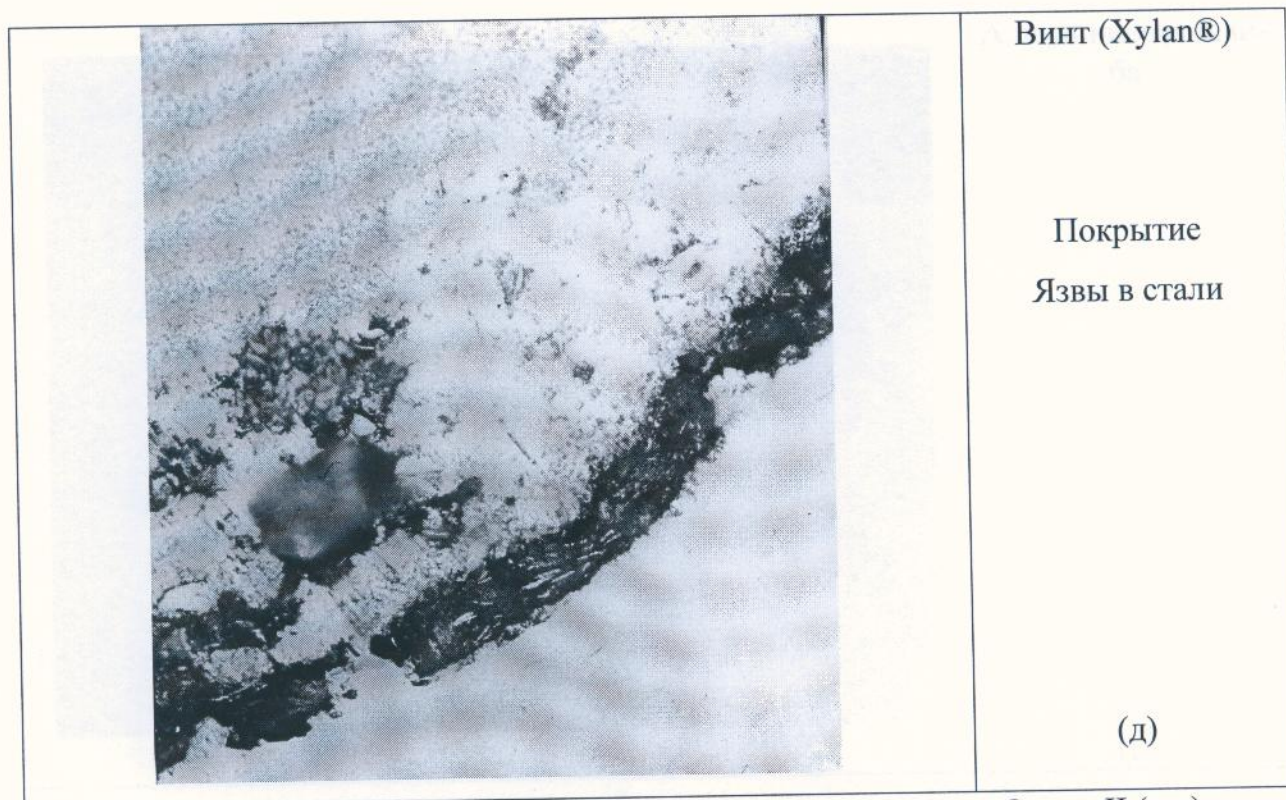
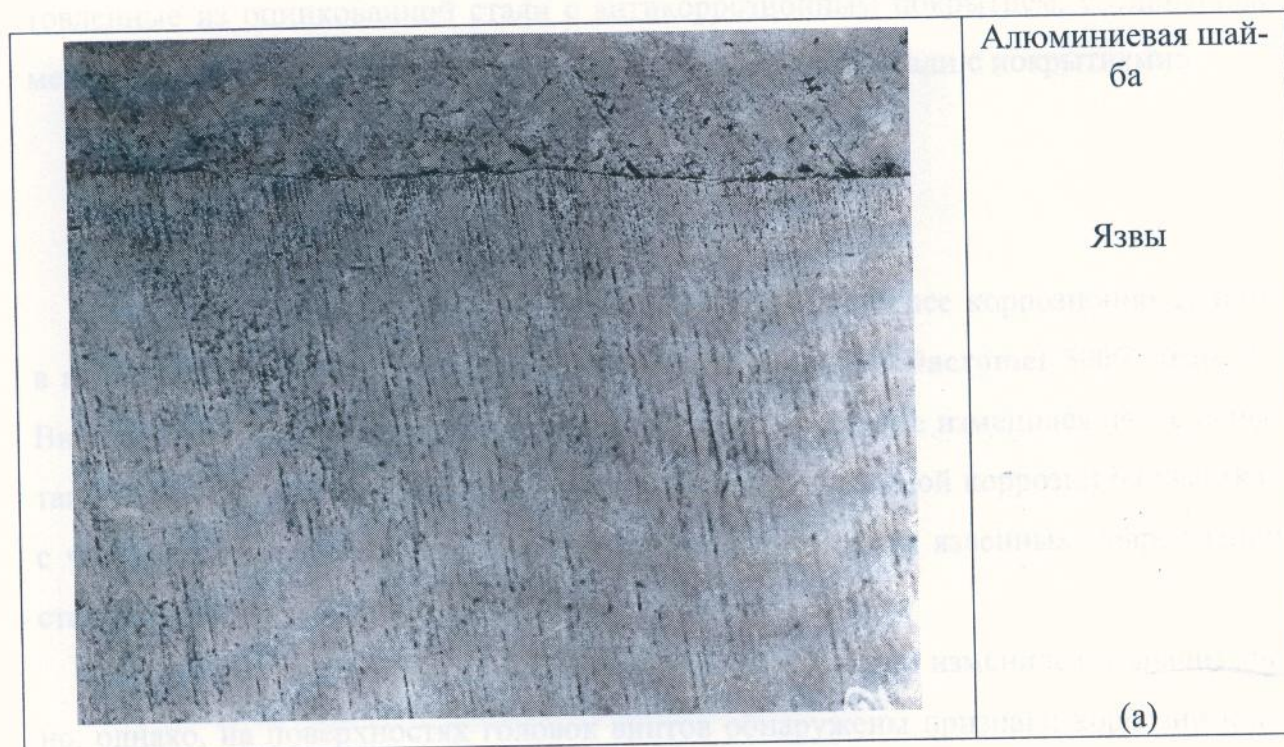


Рис.22. Состояние материала винтов с покрытием Ruspert® type II (а-в) и Хулан® (г,д) после испытаний в камере сернистого газа в течение 30 суток, x200.

На алюминиевых шайбах после испытаний в той же атмосфере на внешней поверхности выявлены отдельные мелкие язвы глубиной до 3мкм (рис.23а), на контактной стороне коррозионных повреждений не выявлено (рис.23 б).



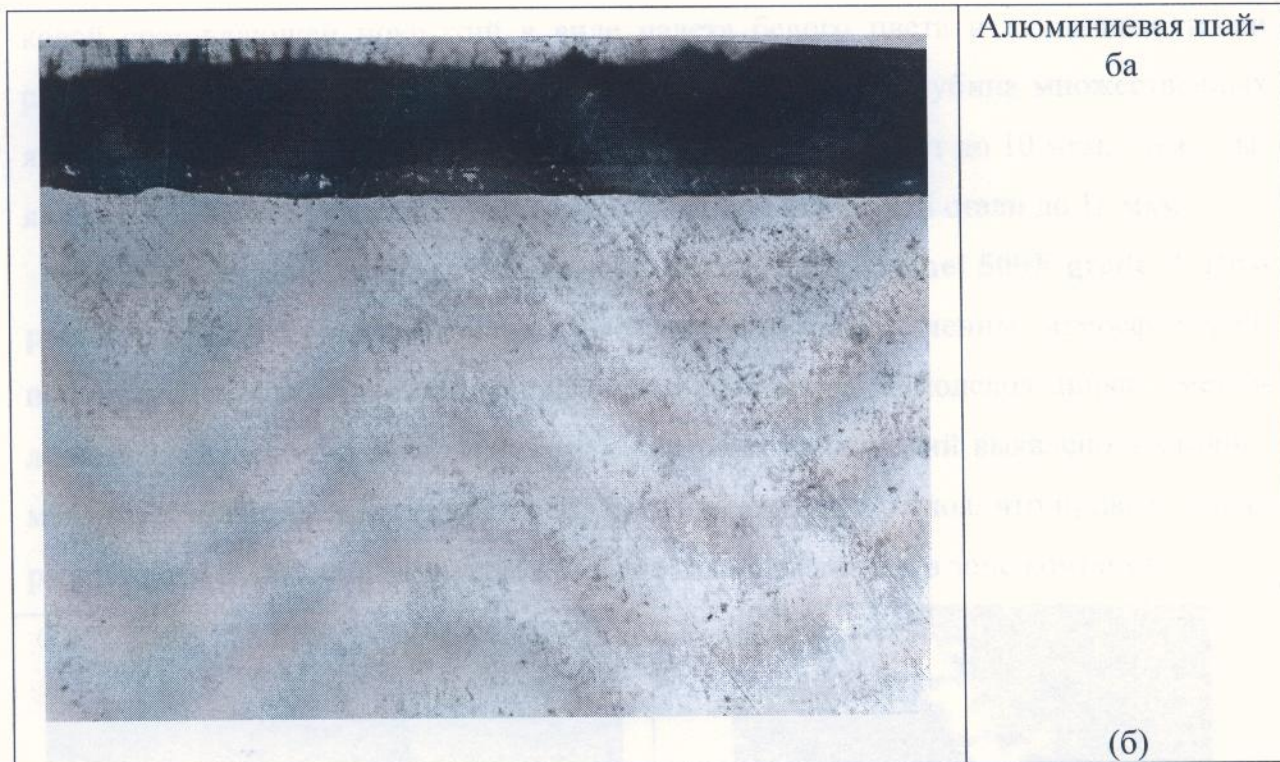


Рис.23. Состояние материала винтов с покрытием Ruspert ® type II (а-в) и Xylan ® (г,д) после испытаний в камере сернистого газа в течение 30 суток, х200.

Анализ результатов исследований

Первая группа соединений. Фрагменты кронштейна и направляющей, изготовленные из оцинкованной стали с антикоррозионным покрытием, соединенные между собой винтами, изготовленными из углеродистой стали с покрытиями:

- цинковым;
- Ruspert ® type II;
- Xylan®;
- DACROMET 500® grade B.

В результате исследования установлено, что наиболее коррозионностойким в атмосферах средней агрессивности является покрытие **Dacromet 500® grade B**. Внешний вид покрытия на головках винтов практически не изменился после испытаний во всех экспериментальных средах. В зоне контактной коррозии на участках с частично разрушенным покрытием глубина единичных язвенных повреждений стальной основы составляет до 10 мкм.

Внешний вид покрытий **Ruspert ® type II** и **Xylan®** изменился незначительно, однако, на поверхностях головок винтов обнаружены признаки коррозии цин-

ковой составляющей покрытий в виде налета белого цвета и единичные точки ржавчины. В зоне контакта с окрашенными пластинами глубина множественных язвенных повреждений на стальной основе винтов составляет до 10 мкм, также выявлены отдельные участки с равномерно-язвенной коррозией стали до 15 мкм.

Как показали данные исследования, покрытия **Dacromet 500® grade B**, **Ruspert® type II** и **Xylan®** устойчивы к воздействию промышленных атмосфер средней агрессивности. Покрытия двухслойные, состоящие из подслоя цинка и металлполимерного слоя. В процессе сборки винтовых соединений выявлено частичное механическое повреждение внешнего металлполимерного слоя, что привело к коррозии цинка и локальных участков стальной основы винтов в зоне контакта.

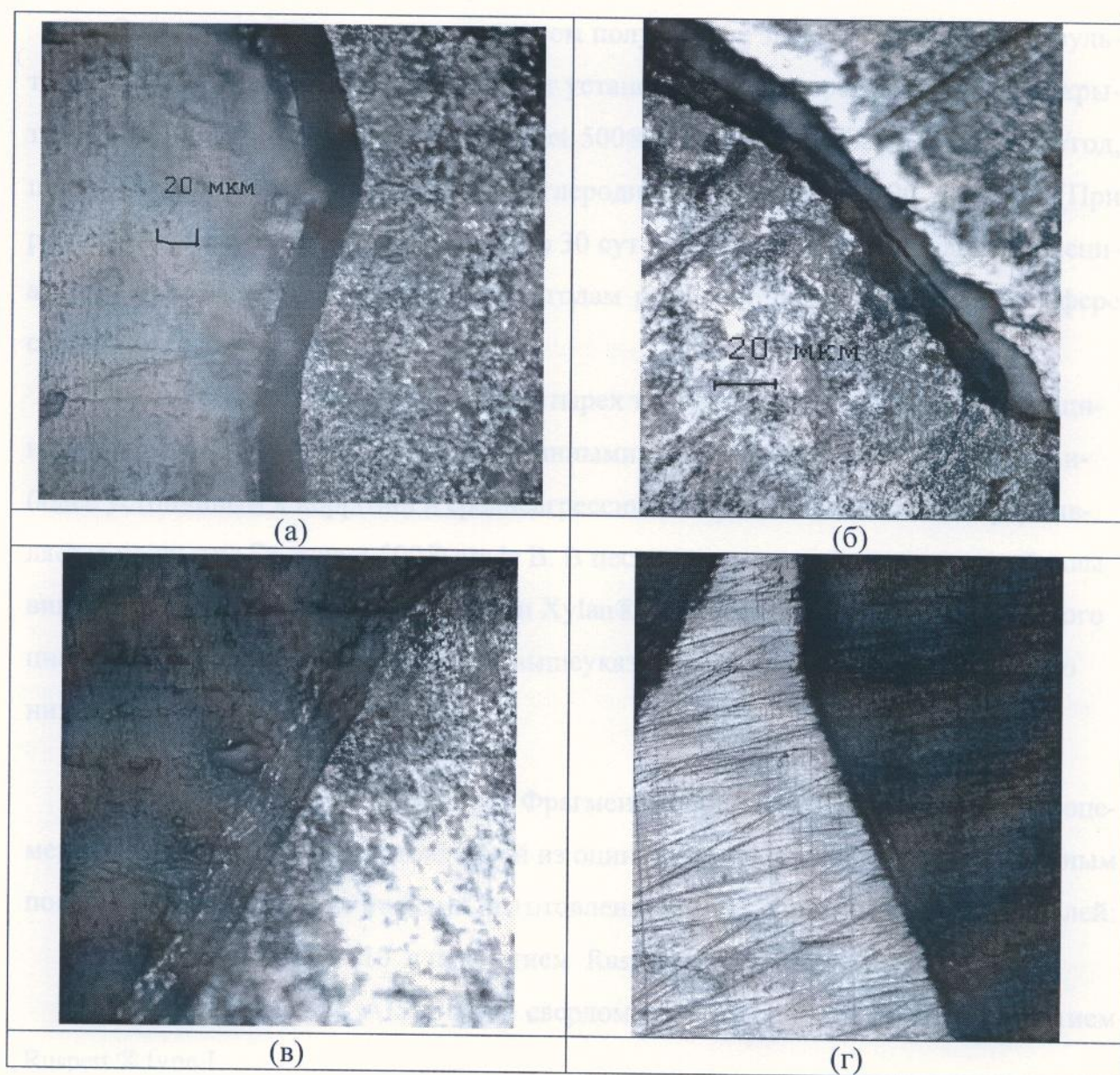


Рис. Состояние покрытий до испытаний.

а – цинковое Ц12хр; б – Ruspert® type II; в – Xylan®; г – DACROMET 500® grade B

Цинковое покрытие относительно устойчиво во влажной ($\eta=96-98\%$) атмосфере слабой агрессивности, при испытании в которой на поверхностях винтов выявлен лишь незначительный белый налет продуктов коррозии цинка, однако, в зоне соединения с пластинами имеются единичные язвенные повреждения стальной основы глубиной до 5 мкм. В среде, имитирующей среднеагрессивную атмосферу, головки винтов покрыты ржавчиной при полном разрушении защитного покрытия. В зоне контакта винта с пластинами имеется равномерно-язвенная коррозия стали на глубину до 20 мкм.

Оценка скорости коррозии с учетом полученных экспериментальных результатов и литературных данных позволяет установить, что скорость коррозии покрытий Ruspert® type II, Xylan® и Dacromet 500® grade B составляет до 0,2 мкм/год, цинкового покрытия 2-4 мкм/год, а углеродистой стали – 90-120 мкм/год. (При расчете скорости коррозии принято, что 30 суток непрерывных испытаний в специальных атмосферах соответствуют 10 годам реальной эксплуатации в атмосфере средней агрессивности).

Таким образом, при сравнении четырех типов покрытий одинаковой толщины в контакте с окрашенными оцинкованными пластинами, установлено что наиболее устойчивым к коррозии в среднеагрессивной промышленной атмосфере является покрытие Dacromet 500® grade B. В несколько меньшей степени устойчивы винты с покрытиями Ruspert® type II и Xylan®. Атмосферостойкость испытанного цинкового покрытия по сравнению с вышеуказанными покрытиями значительно ниже.

Вторая группа соединений. Фрагменты облицовочной плиты (фиброцемент) и направляющей, изготовленной из оцинкованной стали с антикоррозионным покрытием, соединенные винтами, изготовленными из коррозионностойких сталей:

- хромистой AISI 410 с покрытием Ruspert® type II;
- хромоникелевой AISI 304 со сверлом из углеродистой стали с покрытием Ruspert® type I.

Внешний вид головок винтов из стали AISI 410 практически не изменился, а на головках винтов из стали AISI 304 во всех атмосферах выявлен белый налет

продуктов коррозии цинковой составляющей покрытия Ruspert ® type I. В зонах контактов вышеуказанных винтов, изготовленных как из стали AISI 410, так и AISI 304 с фиброцементом выявлено практически полное разрушение покрытия Ruspert без признаков повреждения стальной основы. Винты обоих видов практически одинаково устойчивы к коррозии за счет химической стойкости стальной основы и на срок их эксплуатации применение дополнительного защитного покрытия практически не влияет. Однако, на поверхности ферритной стали AISI 410 без защитного покрытия возможно появление следов ржавчины после 5 лет эксплуатации, а на аустенитной стали AISI 304 – после 15 лет, поэтому можно ожидать, что покрытие Ruspert увеличит время до появления продуктов коррозии стали на поверхностях винтов.

Для длительного применения коррозионностойких сталей в контакте с углеродистой требуется дополнительная антикоррозионная защита углеродистой стали.

Таким образом, установлено, что при длительной эксплуатации долговечность и коррозионная стойкость сталей аустенитного класса, к которым относится сталь AISI 304 значительно выше по сравнению со сталью ферритного класса типа AISI 410. На длительную эксплуатацию механического соединения влияет лишь устойчивость винтов в зоне сопряжения с пластинами. Коррозионные повреждения, выявленные на видимой резьбовой части винтов на долговечность соединения не влияют.

Третья группа соединений. Фрагменты кронштейна и направляющей, изготовленные из неанодированного алюминиевого сплава и соединенные между собой винтами из:

- коррозионностойкой стали AISI 304;
- углеродистой стали с покрытием Ruspert ® type II.

Несмотря на то, что внешний вид винтов из стали AISI 304 практически не изменился, применение контакта нержавеющей стали – неанодированный алюминиевый сплав недопустимо для долговременной (более 15 лет) эксплуатации, так как нержавеющие стали склонны усиливать коррозию алюминиевых сплавов и в нашем случае глубина межкристаллитной коррозии после испытаний составила до 400 мкм. Межкристаллитная коррозия может привести к катастрофическому раз-

рушению алюминиевого сплава в зоне контакта со сталью, а в нашем случае к существенному снижению механической прочности соединения. При необходимости применения именно такого соединения участки контактов должны быть надежно изолированы от внешней среды.

Применение контакта неанодированный алюминиевый сплав – сталь с покрытием Ruspert ® type II вполне допустимо, так как, внешний вид винтов изменился незначительно и в зоне контакта с пластинами на винтах выявлены локальные повреждения стальной основы глубиной до 7 мкм, а в материале алюминиевых пластин -единичные трещины, глубиной до 100 мкм. Однако, применение алюминиевых сплавов без защитного покрытия нежелательно из-за их пониженной коррозионной стойкости.

Внешний вид винта с покрытием Ruspert ® type II в контакте с алюминием значительно лучше по сравнению с таким же винтом в контакте с окрашенной углеродистой сталью (первой группы соединений), так как находящиеся в контакте друг с другом и имеющие разные электродные потенциалы металлы (в данном случае алюминиевый сплав - углеродистая сталь с покрытием Ruspert ® type II) образуют гальванический элемент, работа которого влияет на скорость коррозии каждого из этих металлов. Причем коррозия более электроотрицательного (алюминия) усиливается, а коррозия более электроположительного ослабляется или полностью прекращается (углеродистая сталь).

Долговечность соединения обычно определяется по наименее стойкому элементу – в данном случае неанодированному алюминиевому сплаву. Средняя скорость межкристаллитной коррозии алюминиевого сплава в зоне контакта с коррозионностойкой сталью значительно выше по сравнению со скоростью в контакте с углеродистой сталью.

Таким образом, применение контакта неанодированный алюминиевый сплав - нержавеющая сталь нежелательно для долговременной эксплуатации в среднеагрессивных атмосферах без дополнительной изоляции. Контакт неанодированный алюминиевый сплава – оцинкованная сталь вполне допустим. Однако, применение алюминиевых сплавов без защитного покрытия нежелательно из-за их пониженной коррозионной стойкости.

Четвертая группа соединений. Фрагменты кронштейна и направляющей, изготовленные из алюминиевого сплава и соединенные между собой заклепками из:

- гильза – алюминиевый сплав АМг3 (неанодированный); стержень - коррозионностойкая сталь;
- гильза – алюминиевый сплав АМг3 (анодированный); стержень - коррозионностойкая сталь.

Заклепки, анодированные на толщину 7-10 мкм устойчивы к атмосферной коррозии, так как после испытаний при практически полностью сохранившемся внешнем виде, в материале гильз выявлено лишь повреждение анодного слоя на глубину соизмеримую с толщиной покрытия.

На внешней поверхности неанодированных гильз визуальны выявлены признаки коррозии алюминия в виде пятен серого цвета. На шлифах в материале гильз в зоне контакта с пластинами обнаружены трещины МКК глубиной до 50 мкм. Заметного влияния материала сердечника на коррозионную стойкость гильз из алюминиевого сплава в результате испытаний не выявлено.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что анодированные заклепки из алюминиевого сплава более устойчивы к воздействию коррозионно-агрессивных сред, чем заклепки из неанодированного алюминия.

Пятая группа соединений. Фрагменты кронштейна и направляющей, изготовленные из оцинкованной стали с антикоррозионным покрытием, соединенные между собой заклепками, изготовленными из:

- оцинкованной углеродистой стали;
- коррозионностойкой стали.

После испытаний во всех атмосферах на шляпках оцинкованных заклепок наблюдается частичное разрушение покрытия. В материале заклепок в зоне контакта с пластинами полностью разрушено цинковое покрытие и выявлена равномерно-язвенная коррозия стали на глубину до 7 мкм.

Внешний вид заклепок из коррозионностойкой стали не претерпел видимых изменений. В материале гильз коррозионных повреждений не выявлено. Контактная коррозия оцинкованной стали в данном случае можно пренебречь, так как в уз-

ком зазоре под шляпкой гильзы продукты коррозии цинка экранируют поверхность стали от доступа влаги и кислорода воздуха.

Таким образом, для длительной эксплуатации можно рекомендовать использование контакта окрашенных пластин с заклепками из коррозионностойкой стали. Длительная эксплуатация контактов с оцинкованной заклепкой нежелательна, так как в этом случае внешние участки находятся в свободном контакте с внешней влажной атмосферой, насыщенной кислородом, а на внутренних участках (между листами) движение влаги ограничено и содержание кислорода уменьшено, поэтому внутренние участки, как менее окисленные, становятся анодами и при коррозии разрушаются. А так как скорость коррозии углеродистых сталей велика, то из-за малой толщины стенки заклепки механическая прочность такого соединения может быть нарушена вплоть до отрыва шляпки.

Шестая группа соединений. Фрагменты металлопроката (оцинкованная окрашенная сталь) и фрагменты стальных листов сэндвич-панелей с полимерным покрытием, соединенные между собой:

- винтами и шайбами из оцинкованной стали;
- винтами из стали с покрытием Ruspert type II и шайбой из алюминиевого сплава;
- винтами из стали с покрытием Ruspert type II и шайбой из коррозионностойкой стали;
- винтами из стали с покрытием Xylan® и шайбой из коррозионностойкой стали.

Внешний вид и повреждения винтов с цинковым покрытием в зоне контакта с оцинкованной шайбой и окрашенными пластинами имеют аналогичный характер повреждениям соединения с оцинкованным винтом первой группы.

Степень повреждения винтов с покрытиями Ruspert и Xylan данной группы соединений меньше, чем на аналогичных винтах первой группы. На винтах в зоне контакта с шайбами как из алюминиевого сплава, так и коррозионностойкой стали выявлено частичное разрушение покрытия и небольшие участки язвенной коррозии стали глубиной до 10 мкм.

На шайбах из коррозионностойкой стали повреждений не выявлено.

На шайбах из алюминиевого сплава выявлены лишь незначительные язвенные повреждения глубиной до 3 мкм.

На оцинкованных шайбах в зоне контакта с винтами выявлено разрушение покрытия, а также язвы и трещины в стальной основе глубиной до 10 мкм. Толщина цинкового покрытия на шайбах - 5-7 мкм, скорость коррозии цинкового покрытия в среднеагрессивной атмосфере в первый год эксплуатации составляет 4-10 мкм/год, а средняя скорость коррозии нелегированной стали, как было указано выше, составляет ~120 мкм/год.

Таким образом, наименее долговечным следует считать крепление оцинкованным винтом с оцинкованной стальной шайбой, причем наиболее уязвимой частью является шайба, так как при длительной (более 10 лет) эксплуатации в среднеагрессивной атмосфере геометрические параметры шайбы приблизятся к критическим и механическая прочность крепления сэндвич-панелей оцинкованными винтами с оцинкованной шайбой будет недостаточна для устойчивости конструкции.

Применение шайбы из неанодированного алюминиевого сплава в среднеагрессивной промышленной атмосфере нежелательно для длительной эксплуатации вследствие его склонности к локальным видам коррозии.

Наибольшая долговечность выявлена у крепления с использованием шайбы, изготовленной из коррозионностойкой стали.

Данные оценки скорости коррозии приведены в таблице 7. Оценка срока службы приведена для узла крепления деталей.

Таблица 7

Серия №	Материал кронштейна	Материал направляющей	Материал крепежного изделия и вид защитного покрытия	Характер и глубина повреждений (в том числе крепежных изделий) в зоне контакта	Оценка внешнего вида крепежных изделий	Срок службы узла, лет (слабоагрессивная среда**)	Срок службы узла, лет (среднеагрессивная среда**)
1.1	Низкоуглеродистая сталь, цинкованная, окрашенная.	Низкоуглеродистая сталь, цинкованная, окрашенная.	Углеродистая сталь с цинковым покрытием Ц12хр (12-15 мкм).	Равномерно-язвенная коррозия, 20 мкм	Сплошная коррозия стали, потеки ржавчины.	До 25*	До 10*
1.2	Низкоуглеродистая сталь, цинкованная, окрашенная.	Низкоуглеродистая сталь, цинкованная, окрашенная.	Углеродистая сталь с антикоррозионным покрытием «Ruspert® Type II».	Участки с разрушенным покрытием и равномерно-язвенная коррозия стали, 15 мкм	Незначительный белый налет продуктов коррозии	До 40*	До 25*
1.3	Низкоуглеродистая сталь, цинкованная, окрашенная.	Низкоуглеродистая сталь, цинкованная, окрашенная.	Углеродистая сталь с антикоррозионным покрытием «Xylan®».	Участки с разрушенным покрытием и равномерно-язвенная коррозия стали, 15 мкм	Незначительный белый налет продуктов коррозии	До 40*	До 25*
1.4	Низкоуглеродистая сталь, цинкованная, окрашенная.	Низкоуглеродистая сталь, цинкованная, окрашенная.	Углеродистая сталь с антикоррозионным покрытием «DACROMET 500® grade B».	Единичные язвенные повреждения стальной основы, до 10 мкм	Незначительное помутнение поверхности	До 40*	До 30*
2.1	Фиброцемент	Низкоуглеродистая сталь, цинкованная, окрашенная.	Коррозионностойкая сталь 410 с антикоррозионным покрытием «Ruspert® Type II».	Практически полное разрушение покрытия без признаков повреждения стали	Практически без видимых изменений	До 40*	До 25*
2.2	Фиброцемент	Низкоуглеродистая сталь, цинкованная, окрашенная.	Тело – коррозионностойкая сталь AISI 304. Сверло – углеродистая сталь. Антикоррозионное покрытие «Ruspert® Type I».	Практически полное разрушение покрытия без признаков повреждения стали	Повреждение покрытия в виде пятен	До 40*	До 25*

*) Оценка срока службы узла дана для условий: сталь профилей и кронштейна оцинкованная окрашенная (25-30 мкм цинковое покрытие, 40-50 мкм ЛКП).

**) Коррозионная агрессивность атмосферы по ГОСТ 9.039-74, ГОСТ 15150-69 и СНИП 2.03.11-85

Серия №	Материал кронштейна	Материал направляющей	Материал крепежного изделия и вид защитного покрытия	Характер и глубина повреждений в зоне контакта	Оценка внешнего вида крепежных изделий	Срок службы узла, лет (слабоагрессивная среда)	Срок службы узла, лет (среднеагрессивная среда)
3.1	Алюминиевый сплав (не анодированный)	Алюминиевый сплав (не анодированный)	Коррозионностойкая сталь AISI 304	Разрушение алюминиевого сплава АД31 по механизму МКК глубиной до 400 мкм	Винт без изменений, белые потеки коррозии алюминия вокруг головки винта	До 25	До 15
3.2	Алюминиевый сплав (не анодированный)	Алюминиевый сплав (не анодированный)	Углеродистая сталь с антикоррозионным покрытием «Ruspert® Type II».	Разрушение АД31 по механизму МКК глубиной до 100 мкм	Винт без изменений, белые пятна вокруг головки винта	До 40	До 25
4.1	Алюминиевый сплав (не анодированный)	Алюминиевый сплав (не анодированный)	Гильза – AlMg 3,5% (не анодированная) Стержень – сталь коррозионностойкая.	На гильзах язвенные повреждения до 5 мкм и МКК до 50 мкм	На шляпке гильзы серые пятна	До 30 (в зависимости от качества сплава соединяемых деталей)	До 20 (в зависимости от качества сплава соединяемых деталей)
4.2	Алюминиевый сплав (не анодированный)	Алюминиевый сплав (не анодированный)	Гильза – AlMg 3,5% (анодированная) Стержень – сталь коррозионностойкая.	Язвенные повреждения анодного слоя глубиной, единичные трещины до 30 мкм	Изменений практически нет	До 40 (в зависимости от качества сплава соединяемых деталей)	До 30 (в зависимости от качества сплава соединяемых деталей)
5.1	Низкоуглеродистая сталь, оцинкованная, окрашенная.	Низкоуглеродистая сталь, оцинкованная, окрашенная.	Гильза и стержень – сталь с цинковым покрытием Ц6хр (5-7 мкм).	Покрытие частично разрушено, язвы в стали до 10 мкм	Частичное разрушение покрытия, интенсивная коррозия стали	До 5 лет	Не допускается
5.2	Низкоуглеродистая сталь, оцинкованная, окрашенная.	Низкоуглеродистая сталь, оцинкованная, окрашенная.	Гильза и стержень – коррозионностойкая сталь.	Без повреждений	Гильза без изменений, следы «ржавчины» около ДУГ	До 40	До 30

Серия №	Материал кронштейна	Материал направляющей	Материал крепежного изделия и вид защитного покрытия	Характер и глубина повреждений в зоне контакта	Оценка внешнего вида крепежных изделий	Срок службы, лет (среднеагрессивная среда)	Срок службы, лет (среднеагрессивная среда)
6.1	Низкоуглеродистая сталь, окрашенная лакокрасочными материалами.	Низкоуглеродистая оцинкованная сталь с полимерным покрытием.	Винт – углеродистая сталь с цинковым покрытием 12-20 мкм. Шайба- сталь с цинковым покрытием 5-7 мкм, прокладка EPDM.	Покрытие частично разрушено, язвы в стали до 20 мкм, на шайбах язвы в стали до 5 мкм	Разрушение покрытия, интенсивная коррозия стали винта (объемная «ржавчина»), язвенные повреждения шайбы	До 20	До 10
6.2	Низкоуглеродистая сталь, окрашенная лакокрасочными материалами.	Низкоуглеродистая оцинкованная сталь с полимерным покрытием.	Винт – углеродистая сталь с антикоррозионным покрытием «Ruspert® Type II». Шайба – алюминиевый сплав, прокладка EPDM.	Покрытие частично разрушено, язвы в стали до 10 мкм, на шайбах язвы до 3 мкм	На винте локальные белые пятна. На шайбе пятна серо-желтого цвета (коррозия алюминия)	До 40	До 20
6.3	Низкоуглеродистая сталь, окрашенная лакокрасочными материалами	Низкоуглеродистая оцинкованная сталь с полимерным покрытием.	Винт – углеродистая сталь с антикоррозионным покрытием «Ruspert® Type II». Шайба – коррозионно-стойкая сталь, прокладка EPDM.	Язвенная коррозия стали до 10 мкм. Шайбы без повреждений	На винте локальные белые пятна. Шайба без изменений	До 40	До 30
6.4	Низкоуглеродистая сталь, окрашенная лакокрасочными материалами	Низкоуглеродистая оцинкованная сталь с полимерным покрытием.	Винт – углеродистая сталь с антикоррозионным покрытием «Хулан®». Шайба-коррозионно-стойкая сталь, прокладка EPDM.	Язвенная коррозия стали до 10 мкм. Шайбы без повреждений	На винте локальные белые пятна. Шайба без изменений	До 40	До 30

Протокол осмотра образцов

Расположение зон осмотра фрагментов

- 1 – горизонтальная направляющая
- 2 – вертикальная направляющая
- 3 – зона заклепок

- 4 – кронштейн
- 5 – оцинкованные детали
- 6 – анкерный болт

Приложение 1

Зоны (№)	Коррозионное состояние образцов (фрагмент НФС)					
	Время испытаний в камере влажности, сутки					
	2	10	15	20	25	30
1	Ржавые потеки на срезах		Единичные точки ржавчины в местах механических повреждений			Помутнение поверхности в зонах изгибов
2	Ржавые потеки на срезах			Единичные точки ржавчины в местах механических повреждений		
3	Без изменений					
4	Ржавые потеки на срезах		Пятна ржавчины в местах механических повреждений			
5	Без изменений			Единичные белые пятна коррозии цинкового покрытия		
6	Без изменений			Потеки «белой коррозии» цинка 15%		Пятно ржавчины

Зоны (№)	Коррозионное состояние образцов (фрагмент НФС)					
	Время испытаний в камере сернистого газа, сутки					
	2	10	15	20	25	30
1	Ржавые потеки на срезах, точки коррозии стали по поверхности		Множественные точки ржавчины по всем поверхностям, потеки и пятна коррозии стали в местах механических повреждений (царапины и срезы)			
2	Ржавые потеки на срезах и поверхностях		Потеки ржавчины на срезах, поверхностях и в зонах контакта сопряженных деталей			
3	Без изменений		Потеки коррозии стали вокруг заклепок			
4	Ржавые потеки на срезах и в зоне сварки		Пятна и потеки ржавчины в местах механических повреждений и по изгибам			
5	Без изменений		Потеки белого цвета и черные пятна в области торцев	Частичное разрушение цинкового покрытия в области торцев, единичные точки ржавчины	Потек ржавчины около заклепки	
6	Без изменений		Потеки «белой коррозии» цинка на гайках и стержне, потек ржавчины на держателе			

Зоны (№)	Коррозионное состояние образцов (фрагмент НФС)					
	Время испытаний в камере соляного тумана, сутки					
	2	10	15	20	25	30
1	Точки ржавчины на срезах и изгибах					
2	Ржавые потеки на срезах и изгибах	Единичные точки питтинговой коррозии	Потеки ржавчины в зонах контакта сопряженных деталей			
3	Без изменений		Потеки коррозии стали вокруг заклепок			
4	Ржавые потеки на срезах и изгибах		Пятна и потеки ржавчины в местах механических повреждений и по сварке			
5	Без изменений	Потеки белого цвета и черные пятна вдоль торцев	Разводы светло-серого цвета вдоль торцев, изгибов и вокруг заклепок			Частичное разрушение покрытия вдоль торцев, 5%, единичные точки ржавчины
6	Без изменений	Пятна «белой коррозии» цинка на гайках и шайбах		Точки ржавчины на держателе		

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № ХС-005-04-07

Материал: ст №8

Число образцов: 2

Шифр: «саморезы»

Пробоотбор: выполнен Заказчиком.

Цель испытания: определение химического состава образцов.

Методы анализа: атомно-эмиссионная спектроскопия по ГОСТ 18895.

Аналитические приборы: атомно-эмиссионный спектрометр «SpectrolabS», газовый анализатор «LECO CS-46», установка локального спектрального анализа.

Контроль правильности: посредством анализа стандартных образцов состава стали.

Результаты анализа:

Элемент	Среднее содержание, масс.% *)
Fe	Основа
C	0,23
Mn	0,78
Si	0,056
Mo	0,08
S	0,009
P	0,018
Ni	0,022
Cu	0,017

*) Средний результат из трех параллельных определений.

1. Материал саморезов по содержанию легирующих элементов соответствует стали типа AISI 1023 - AISI 1025.
2. Марки сталей приведены в соответствии с химическим составом.

Директор «ЭкспертКорр-МИСИС»,
к.т.н.

Казакевич А.В.

Дата: 24.04.2007



ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № ХС-003-04-07

Материал: сталь

Число образцов: 2

Шифр: «саморез»

Пробоотбор: выполнен Заказчиком.

Цель испытания: определение химического состава образцов.

Методы анализа: атомно-эмиссионная спектроскопия по ГОСТ 18895.

Аналитические приборы: атомно-эмиссионный спектрометр «SpectrolabS», газовый анализатор «LECO CS-46», установка локального спектрального анализа.

Контроль правильности: посредством анализа стандартных образцов состава стали.

Результаты анализа:

Элемент	Среднее содержание, масс.% *)
Fe	Основа
C	0,05
Mn	1,48
Si	0,28
Cr	18,20
Ni	8,95
Cu	2,95
Ti	0,02
V	0,09
S	0,008
P	0,024

*) Средний результат из двух параллельных определений.

1. Аналогов по ГОСТ Р для анализируемых образцов стали не выявлено.
2. Марка стали приведена в соответствии с химическим составом - 08Х18Н10ДЗБ

Директор «ЭкспертКорр-МИСИС»,
к.т.н.



Казакевич А.В.

Дата: 24.04.2007

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № ХС-011-07-07

Материал: сплав Al

Число образцов: 4

Шифр: «детали сборок»

Пробоотбор: выполнен Исполнителем.

Цель испытания: определение химического состава образцов.

Аналитические приборы: атомно-эмиссионный спектрометр «SpectrolabS, установка локального спектрального анализа.

Контроль правильности: посредством анализа стандартных образцов.

Результаты анализа:

Элемент	Среднее содержание, масс.% *)		
	Гильза заклепки	Пластина	АД 31 по ГОСТ
Al	Основа	Основа	Основа
Fe	0,28	0,31	<0,5
Si	0,22	0,40	0,3-0,7
Mg	4,0	0,47	0,4-0,9
Mn	0,09	0,06	<0,1
Cr	0,05	Не обнаружен	<0,15
Zn	0,03	0,05	<0,2
Cu	Не обнаружен	0,02	<0,1

*) Средний результат из трех параллельных определений.

1. Материал гильз заклепок соответствует сплаву типа АМг3,5
2. Материал образцов пластин по содержанию легирующих элементов соответствует сплаву АД31 либо EN 6063.

Директор «ЭкспертКорр-МИСиС»,

к.т.н.

Дата: 25.04.2007



Казакевич А.В.

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № ХС-006-04-07

Материал: сталь нерж.

Число образцов: 2

Шифр: «Стержень заклепки HARPOON A1/A2»

Пробоотбор: выполнен Заказчиком.

Цель испытания: определение химического состава образцов.

Методы анализа: атомно-эмиссионная спектроскопия по ГОСТ 18895.

Аналитические приборы: атомно-эмиссионный спектрометр «SpectrolabS», газовый анализатор «LECO CS-46», установка локального спектрального анализа.

Контроль правильности: посредством анализа стандартных образцов состава стали.

Результаты анализа:

Элемент	Среднее содержание, масс.% *)
Fe	Основа
C	0,05
Mn	1,35
Si	0,30
Cr	18,15
Ni	8,55
Cu	2,42
V	0,08
S	0,008
P	0,016

*) Средний результат из трех параллельных определений.

1. Материал образцов по содержанию основных легирующих элементов соответствует стали типа AISI 304.
2. Сталь, использованная для изготовления стержней заклепок дополнительно легирована медью.

Директор «ЭкспертКорр-МИСИС»
К.Т.Н.



Казакевич А.В.

Дата: 24.04.2007

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № ХС-007-04-07

Материал: сталь оцинкованная

Число образцов: 2

Шифр: «Глобал Ривет»

Пробоотбор: выполнен Заказчиком.

Цель испытания: определение химического состава образцов.

Методы анализа: атомно-эмиссионная спектроскопия по ГОСТ 18895.

Аналитические приборы: атомно-эмиссионный спектрометр «SpectrolabS», газовый анализатор «LECO CS-46», установка локального спектрального анализа.

Контроль правильности: посредством анализа стандартных образцов состава стали.

Результаты анализа:

Элемент	Среднее содержание, масс.% *)	
	Пластина	Сталь 08пс (по ГОСТ 1050-74)
Fe	Основа	Основа
C	0,08	0,05-0,12
Mn	0,19	0,35-0,65
Si	0,05	0,05-0,17
Cr	<0,1	<0,1
Al	0,1	<0,25
Mo	0,07	<0,25
S	0,018	<0,04
P	0,030	<0,035

*) Средний результат из трех параллельных определений.

1. Материал профиля по содержанию легирующих элементов соответствует низкоуглеродистой стали типа 08пс (по ГОСТ 1050-74).
2. На внешнюю поверхность профиля нанесены: а) цинковое покрытие, содержащее до 2% алюминия; б) полимерное покрытие.

Директор «ЭкспертКорр-МИСИС»

к.т.н.

Дата: 23.04.2007



Казакевич А.В.

Описание

элементов крепежных и винтовых соединений несущих конструкций фасадных систем с воздушным зазором (ФСЗ)»

Характеристики комплектующих испытываемых элементов приведены по данным, заявленным Заказчиком - ООО «Глобал Ривет».

4.1. Первая группа соединений.

В группу входят фрагменты кронштейна и направляющей, изготовленные из листовой стали с антикоррозионным покрытием, и соединенные самосверлящими, самонарезающими винтами с различными видами защитного покрытия. Каждое соединение фрагментов выполняется двумя винтами.

№	Материал кронштейна	Материал направляющей	Материал винта и вид защитного покрытия
1	Низкоуглеродистая сталь, оцинкованная, окрашенная.	Низкоуглеродистая сталь, оцинкованная, окрашенная.	Углеродистая сталь с цинковым покрытием Ц12хр (12-15 мкм).
2	Низкоуглеродистая сталь, оцинкованная, окрашенная.	Низкоуглеродистая сталь, оцинкованная, окрашенная.	Углеродистая сталь с антикоррозионным покрытием «Ruspert ® type II» (18-20 мкм).
3	Низкоуглеродистая сталь, оцинкованная, окрашенная.	Низкоуглеродистая сталь, оцинкованная, окрашенная.	Углеродистая сталь с антикоррозионным покрытием «Xylan®» (18-20 мкм).
4	Низкоуглеродистая сталь, оцинкованная, окрашенная.	Низкоуглеродистая сталь, оцинкованная, окрашенная.	Углеродистая сталь с антикоррозионным покрытием «DACROMET 500® grade B» (18-20 мкм).

Кронштейн: фрагмент размером: 40×100×1,2мм;

- марка стали: 08 пс ГОСТ 9045, ГОСТ 1050;

- производится по ГОСТ 14918-80 «Сталь тонколистовая оцинкованная с непрерывных линий», ГОСТ 52246-2004 «Прокат листовой горячеоцинкованный»;

- защитное покрытие фрагментов – двухслойное по СНиП 2.03.11 – 85: горячее цинкование (h = 40-60мкм) с последующей окраской полиэфирной порошковой краской.

Направляющая:

- фрагмент с размерами 40×100×1,2мм;

- марка стали: 08 пс ГОСТ 9045, ГОСТ 1050;

- производится по ГОСТ 14918-80 «Сталь тонколистовая оцинкованная с непрерывных линий», ГОСТ 52246-2004 «Прокат листовой горячеоцинкованный»;

- защитное покрытие фрагментов – двухслойное по СНиП 2.03.11 – 85: горячее цинкование (t = 40-60мкм) с последующей окраской порошковой краской. (См. приложение 10)

Самосверлящие, самонарезающие винты: 5.5×25мм;

Марка стали: SAE 1022

Изготовитель: “Virtuoso Corporation”, Тайвань

Производится по DIN 7504K

4.2. Вторая группа соединений.

В группу входят фрагменты облицовочной плиты из фиброцемента и направляющей, изготовленной из листовой стали с антикоррозионным покрытием, соединенные самосверлящими, самонарезающими винтами различных конструктивных исполнений с единым видом антикоррозионного покрытия.

Каждое соединение фрагментов выполняется двумя винтами.

№	Материал плиты облицовки	Материал направляющей	Материалы винта и вид защитного покрытия
1	Фиброцемент	Низкоуглеродистая сталь, оцинкованная, окрашенная.	Коррозионностойкая сталь 410 с антикоррозионным покрытием «Ruspert type II» (18-20 мкм).
2	Фиброцемент	Низкоуглеродистая сталь, оцинкованная, окрашенная.	Тело – коррозионностойкая сталь 304. Сверло -углеродистая сталь. Антикоррозионное покрытие - «Ruspert type I» (18-20 мкм).

Плита облицовки:

- фрагмент с размерами 40×100×8мм;
- материал: фиброцементные плиты «Минерит»;
- изготовитель: Oy Minerit Ab

Направляющая:

- фрагмент с размерами 40×100×1,2мм;
- марка стали: 08 пс ГОСТ 9045, ГОСТ 1050;
- производится по ГОСТ 14918-80 «Сталь тонколистовая оцинкованная с непрерывных линий», ГОСТ 52246-2004 «Прокат листовой горячеоцинкованный»;
- защитное покрытие фрагментов – двухслойное по СНиП 2.03.11 – 85: горячее цинкование (t = 40-60мкм) с последующей окраской порошковой краской.

Самосверлящие, самонарезающие винты:

- размер: 4.8×32мм;
- марка стали (Соединение №1): коррозионностойкая сталь AISI 410;
- изготовитель: (Соединение № 1) – “Virtuoso Corporation”, Тайвань
- производится по спецификации производителя

- марки стали (Соединение №2): коррозионностойкая сталь AISI 304;
углеродистая сталь SAE 1022;
- изготовитель (Соединение № 2) – Oy Minerit Ab, Финляндия
- производится по спецификации производителя

Кар

4.3. Третья группа соединений.

В группу входят фрагменты кронштейна и направляющей, изготовленные из алюминиевого сплава, и соединенные самосверлящими, самонарезающими винтами из разных материалов (табл. №3).

Каждое соединение фрагментов выполняется двумя винтами.

№	Материал кронштейна	Материал направляющей	Материал винта и вид защитного покрытия
1	Алюминиевый сплав (не анодированный)	Алюминиевый сплав (не анодированный)	Коррозионностойкая сталь AISI 304 (прил.6)
2	Алюминиевый сплав (не анодированный)	Алюминиевый сплав (не анодированный)	Углеродистая сталь с антикоррозионным покрытием «Ruspert type II» (18-20 мкм).

Кронштейн:

- фрагмент с размерами 40×100×2мм;
- марка сплава: 6063.
- производится по ГОСТ 22233-2001;

Направляющая:

- фрагмент с размерами 40×100×2мм;
- марка сплава: 6063.
- производится по ГОСТ 22233-2001;

Самосверлящие, самонарезающие винты:

- размер: 4.2×19мм;
- марки стали (Соединение №1): коррозионностойкая сталь AISI 304;
- марка стали (Соединение №2): углеродистая сталь SAE 1022;
- изготовитель: "Virtuoso Corporation", Тайвань
- производится по DIN 7504N, DIN 7504K

Kor

4.4. Четвертая группа соединений.

В группу входят фрагменты кронштейна и направляющей, изготовленные из алюминиевого сплава и соединенные заклепками с различными сочетаниями материалов стержня и гильзы (табл. №4).

Каждое соединение фрагментов выполняется двумя заклепками.

№	Материал кронштейна	Материал направляющей	Материалы заклепки и вид защитного покрытия
1	Алюминиевый сплав (не анодированный)	Алюминиевый сплав (не анодированный)	Гильза – AlMg 3,5% (прил.7) (не анодированная) Стержень – сталь с цинковым покрытием 5-7 мкм.
2	Алюминиевый сплав (не анодированный)	Алюминиевый сплав (не анодированный)	Гильза – AlMg 3,5% (не анодированная) Стержень – сталь коррозионно-стойкая.
3	Алюминиевый сплав (не анодированный)	Алюминиевый сплав (не анодированный)	Гильза – AlMg 3,5% (анодированная) Стержень – сталь коррозионно-стойкая.

Кронштейн:

- фрагмент с размерами 40×100×2мм;
- марка сплава: 6063.
- производится по ГОСТ 22233-2001;

Направляющая:

- фрагмент с размерами 40×100×2мм;
- марка сплава: 6063.
- производится по ГОСТ 22233-2001.;

Заклепки:

- размер: 5,0×12мм;
- марка стали стержня (Соединение №1): С1040
- марка стали стержня (Соединение №2 и 3): AISI 304
- изготовитель: “Shanghai FeiKeSi Maoding Co., Ltd.”, Китай
- производится по EN ISO 15977

4.5. Пятая группа соединений.

В группу входят фрагменты кронштейна и направляющей, изготовленные из листовой стали с антикоррозионным покрытием, и соединенные стальными заклепками с цинковым покрытием и заклепками из коррозионностойкой стали.

Каждое соединение фрагментов выполняется двумя заклепками.

№	Материал кронштейна	Материал направляющей	Материалы заклепки и вид защитного покрытия
1	Низкоуглеродистая сталь, оцинкованная, окрашенная.	Низкоуглеродистая сталь, оцинкованная, окрашенная.	Гильза и стержень – сталь с цинковым покрытием 5-7 мкм.
2	Низкоуглеродистая сталь, оцинкованная, окрашенная.	Низкоуглеродистая сталь, оцинкованная, окрашенная.	Гильза и стержень – коррозионностойкая сталь.

Кронштейн:

- фрагмент с размерами 40×100×1,2мм;
- марка стали: 08 пс ГОСТ 9045, ГОСТ 1050;
- производится по ГОСТ 14918-80 «Сталь тонколистовая оцинкованная с непрерывных линий», ГОСТ 52246-2004 «Прокат листовой горячеоцинкованный»;
- защитное покрытие фрагментов – двухслойное по СНиП 2.03.11 – 85: горячее цинкование (t = 40-60мкм) с последующей окраской порошковой краской.;

Направляющая:

- фрагмент с размерами 50×100×1,2мм;
- марка стали: 08 пс ГОСТ 9045, ГОСТ 1050;
- производится по ГОСТ 14918-80 «Сталь тонколистовая оцинкованная с непрерывных линий», ГОСТ 52246-2004 «Прокат листовой горячеоцинкованный»;
- защитное покрытие фрагментов – двухслойное по СНиП 2.03.11 – 85: горячее цинкование (t = 40-60мкм) с последующей окраской порошковой краской. (См. приложение №1);

Заклепки: 4,8×10мм;

- марка стали гильзы и стержня (Соединение №1): C1008
- марка стали гильзы и стержня (Соединение №2): AISI 304
- изготовитель: “Shanghai FeiKeSi Maoding Co., Ltd.”, Китай
- производится по:

Соединение № 1 – EN ISO 15979

Соединение № 2 – EN ISO 15983.

Kor

4.6. Шестая группа соединений.

В группу входят фрагменты профилей металлопроката, используемого для монтажа стальных конструкций, и фрагменты стальных листов сэндвич-панелей с полимерным покрытием, соединенные самосверлящими, самонарезающими винтами из углеродистой стали с различными видами защитного покрытия с шайбами из разных металлов (табл.№6).

Каждое соединение фрагментов выполняется двумя винтами.

№	Материал металлоконструкций	Материал листов сэндвич-панелей	Материал винта, вид защитного покрытия, материал шайбы, вид защитного покрытия
1	Низкоуглеродистая сталь, окрашенная лакокрасочными материалами.	Низкоуглеродистая оцинкованная сталь с полимерным покрытием.	Винт – углеродистая сталь с цинковым покрытием 12-20 мкм. Шайба- сталь с цинковым покрытием 5-7 мкм, прокладка EPDM.
2	Низкоуглеродистая сталь, окрашенная лакокрасочными материалами	Низкоуглеродистая оцинкованная сталь с полимерным покрытием	Винт – углеродистая сталь с антикоррозионным покрытием «Ruspert® type II». Шайба – алюминиевый сплав, прокладка EPDM.
3	Низкоуглеродистая сталь, окрашенная лакокрасочными материалами.	Низкоуглеродистая оцинкованная сталь с полимерным покрытием	Винт – углеродистая сталь с антикоррозионным покрытием «Ruspert® type II». Шайба – коррозионностойкая сталь, прокладка EPDM.
4	Низкоуглеродистая сталь, окрашенная лакокрасочными материалами	Низкоуглеродистая оцинкованная сталь с полимерным покрытием	Винт – углеродистая сталь с антикоррозионным покрытием «Xylan®». Шайба-коррозионностойкая сталь, прокладка EPDM.

Металлоконструкции: фрагмент с размерами 40×100×5мм;

- марка стали: С 235, С 245, С 255, С 285. по ГОСТ 27772-88.
- производится по ГОСТ 27772-88.
- защитное покрытие фрагментов: см. Приложение №1;

Листы сэндвич – панелей: фрагмент с размерами 40×100×0,6мм;

- марка стали: S320 GD+Z
- производится по EN 1047:2000
- защитное покрытие фрагментов: полиэфир

Самосверлящие, самонарезающие винты для сэндвич – панелей: размер: 5×25мм;

- марка стали (Соединение №1,2,3,4): углеродистая сталь SAE 1022;
- изготовитель: “Virtuoso Corporation”, Тайвань
- производится по спецификации производителя

Шайбы:

- размер: 19×1,0 мм (размеры стальной части);
- марки стали (Соединение №1): стал SAE 1022;
(Соединение №3,4): коррозионностойкая сталь AISI 304;
- марка сплава: (Соединение №2): алюминиевый сплав AlMg3.5

Кар