ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНЖИНИРИНГ

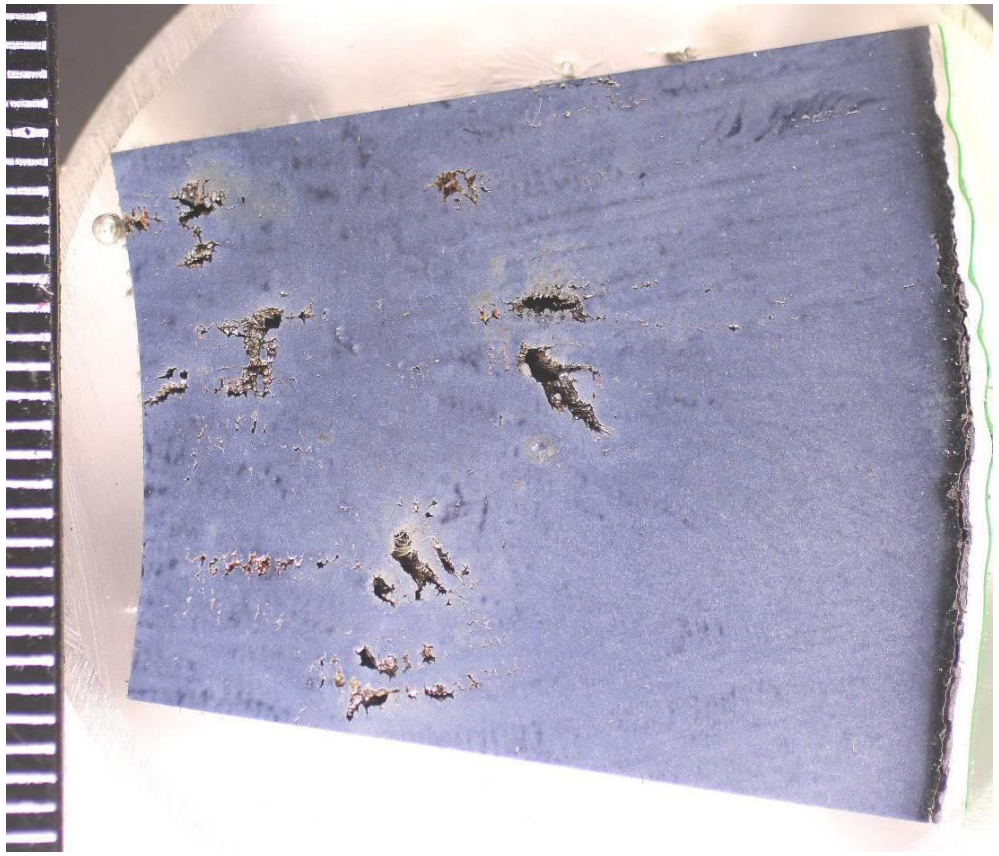
Наиболее распространенные причины преждевременного выхода из строя запорной арматуры

Докладчик:
Инженер отдела экспертизных исследований – Карнаухов Кирилл Анатольевич

Несоответствие НТД





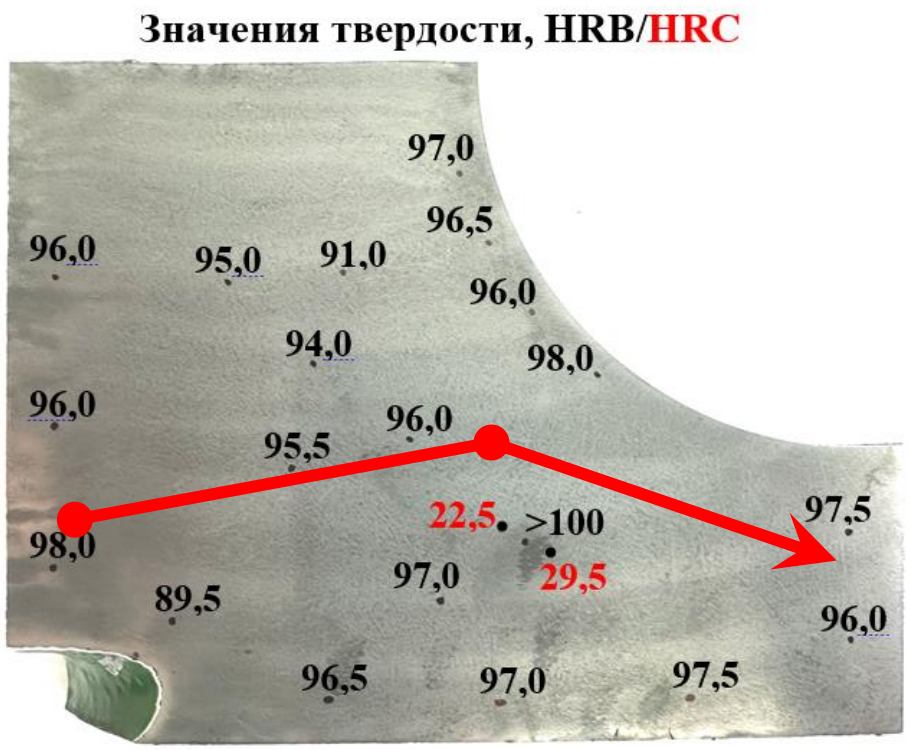


Задвижка ЗМС 100х35 К1 ХЛ

Макроструктура корпуса задвижки

Несоответствие НТД

Металл корпуса имеет неоднородную твердость по сечению. Значения твердости изменяются от 90 HRB до 30 HRC.



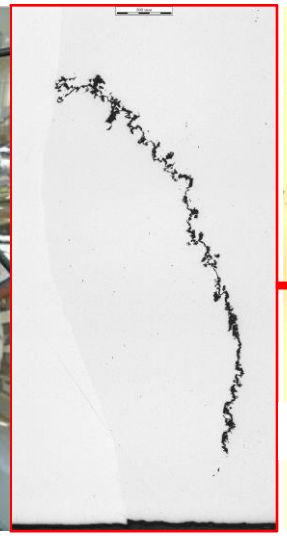
Марка стали	Твердость НВ, не более
25ХГТ	217
25Х2Н4МА, 25Х2Н4ВА	269
25ХГНМТ	+
26ХГ2МФ	241
27ХГР	217
30Х	187
30ХМ	229
30ХМА	229

Твердость по Бринелю по ГОСТ 4543-2016

При переводе значений твёрдости по стандарту ASTM A 370-2012 Регламентированная твёрдость по методу Роквелла для стали 30ХМА составляет 20.5 HRC

Несоответствие НТД







Трещина в ЗТВ наплавки







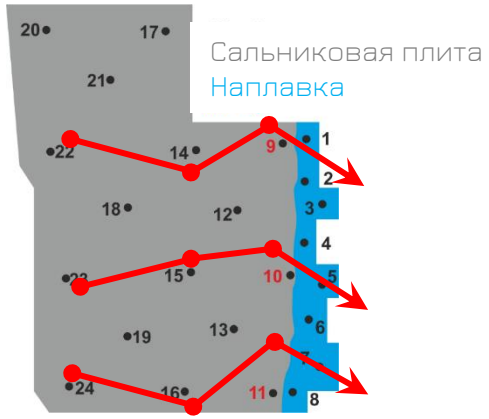


Задвижка 12-10К. DN12 дюймов. Рабочее давление 450 бар, температура +70С, среда высокосернистый осушенный газ

Несоответствие НТД

Результаты анализа химического состава материала

	Elements, %										
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Mo	Al	Co	S	P
	0.45	0.29	**0.76**	**1.11**	0.03	0.07	0.25	0.02	0.01	0.001	0.002
AISI 4130	0.28-0.33	0.15-0.35	0.40-0.60	0.80-1.10	≤0.25	-	0.15-0.25	-	-	≤0.040	≤0.035
F22 ASTM A182	0.05-0.15	≤0.50	0.30-0.60	2.00-2.50	-	-	0.87-1.13	-	-	≤0.040	≤0.040



Значения твердости																								
HRB								HRC			HRB													
1	2	3	4	5	6	7	8	**9**	**10**	**11**	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
90,5	92,0	92,5	92,0	94,0	94,5	95,0	94,5	**36,0**	**37,0**	**36,0**	99,5	97,5	95,5	98,0	97,0	98,0	96,0	96,5	97,5	97,5	97,5	97,0	97,5

Схема измерения твердости тела сальниковой плиты

Несоответствие НТД

Результаты испытаний на растяжение

	предел прочности, $\sigma_в$, МПа	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа	Относительное удлинение, δ_5, %	Относительное сужение, ψ, %
1	870	**502**	**13,7**	40,2
2	902	532	**14,3**	41,5
3	880	**516**	**14,7**	42,2
Требования API 6A к DN/классу API 10000 (таблица 4 API 6A)				
Обозначение материала	min., MPa	min., MPa	min., %	min., %
75K	655	517	17	35

Результаты испытания на ударный изгиб

ºC	KCV, J/cm²	KV, J	Доля вязкой составляющей, %
-45	12 11 11	**9,8** **8,8** **8,8**	0 0 0
Требования API 6A температурная классификация L			
-46	-	≥20	-

Нарушение правил монтажа и эксплуатации

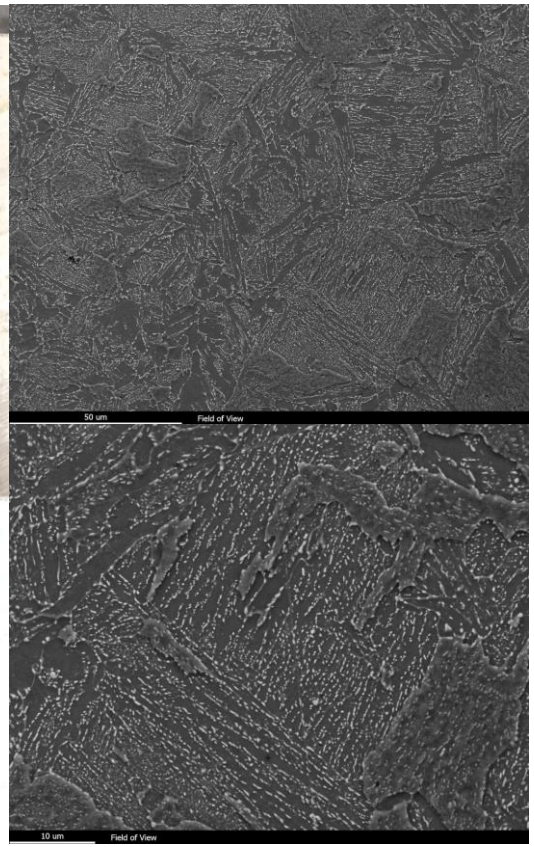


Вид корпуса задвижки KV141 при поступлении





Вид внутренней поверхности корпуса задвижки в области сквозного отверстия.



Микроструктура металла корпуса

Нарушение правил монтажа и эксплуатации

Химический состав материала задвижки KV141

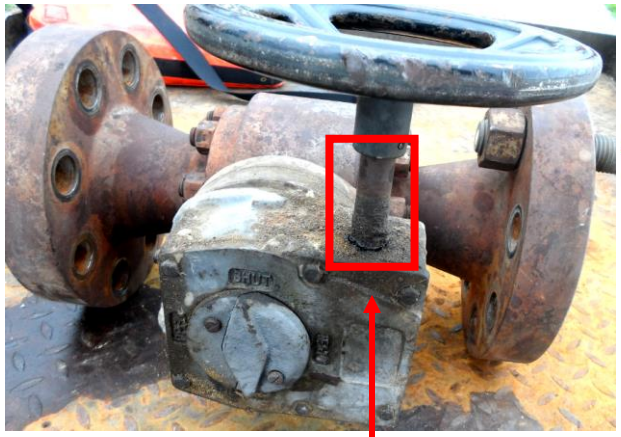
Маркировка	Массовая концентрация, %														
	Fe	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Al	Cu	V	Nb	W	Ti	S	P
Корпус задвижки	Осн.	0,31	0,25	0,57	0,91	0,005	0,177	0,013	0,007	0,006	0,003	<0,005	0,005	0,006	0,013
Данные паспорта № 6/02/1.0052/2018															
Паспорт	Осн.	0,32	0,37	0,68	1,05	-	0,22	-	0,029					0,008	0,018
Требования ASTM A 29 к стали AISI 4130															
≥	Осн.	0,2 8	0,15	0,40	0,80		0,15								
≤	Осн.	0,33	0,35	0,60	1,10	0,25	0,25		0,35					0,040	0,035
Требования API Spec 6A к материалам для корпусов															
Не более	Осн.	0,45	1,00	1,80	2,75	1,00	1,50					0,30		0,025	0,025

Механические свойства материала задвижки KV141

Маркировка	$\sigma_в$ Временное сопротивление разрыву	$\sigma_т$ (Предел текучести)	δ_5 (Относительное удлинение)	ф (Относительное сужение)	KCU – 60 °C (Ударная вязкость)	Твердость НВ (HRB)
	МПа		%		Дж/см^2	Ед.
корпус	670	485	25,5	69	123	205 – 210 (94 - 95)
	675	495	26,0	72	122	
					95	
Данные паспорта №6/02/1.0052/2018						
	671	480	22	42	43	219
Требования API Spec 6A к материалам для корпусов (в левой колонке обозначение материала)						
36К	483	248	21	-		
45К	483	310	19	32		
60К	586	414	18	35		
75К	655	517	17	35		

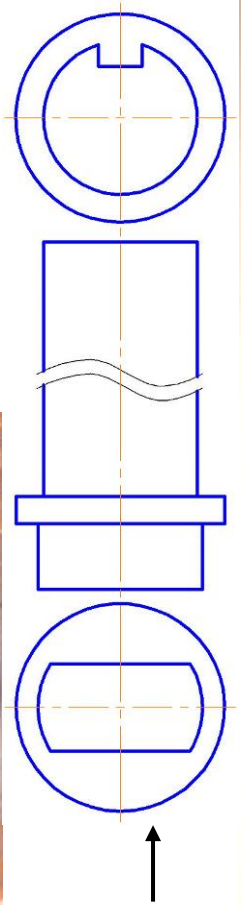


Неправильный выбор материального исполнения



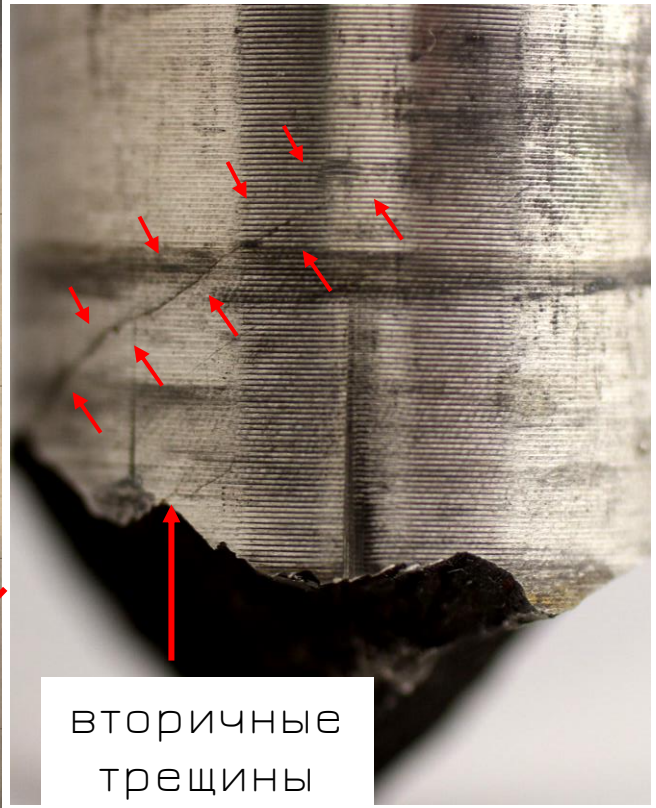


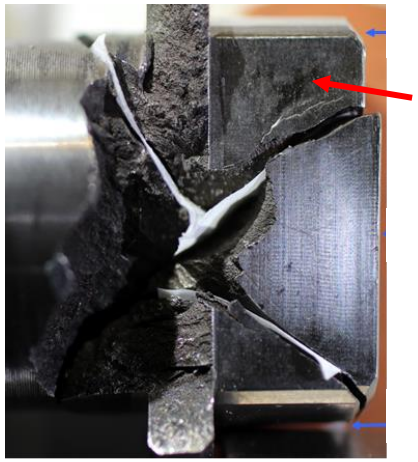
Остатки штока на месте крепления в шар



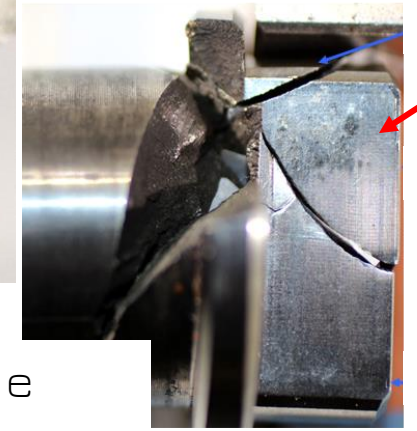


Тело штока





Участки контакта с шаром



Участки контакта с шаром

DN3 дюйма, рабочее давление 128 бар, рабочая температура 35-40С, среда – осушенный сернистый газ.

Неправильный выбор материального исполнения

Результаты химического анализа материала штока

	Elements, %								
Образец	C	Cr	Ni	Cu	Mn	Nb	Co	Mo	V
Шток	0.026	15.8	4.89	3.42	0.84	0.21	0.040	0.064	**0.077**
ISO 15156-3 17-4 PH	**0.07**	**15.0-17.5**	**3.00-5.00**	**3.00-5.00**	**1.00**	**0.15-0.45**	-	-	-

Результаты химического анализа состава материала штока показали соответствие стали 17-4 PH.

Твердость материала штока составляет 34-36 HRC

Выводы

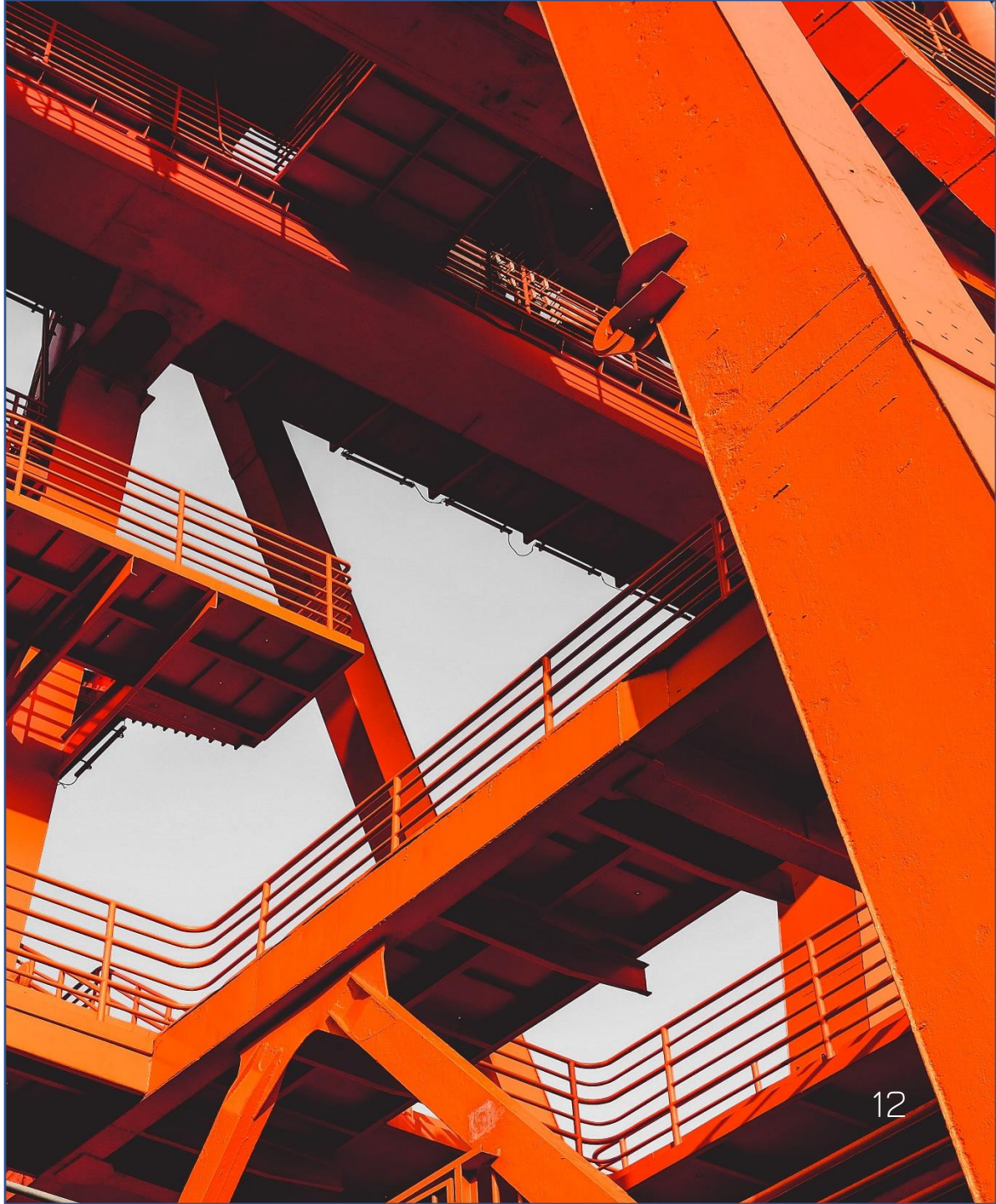
Наиболее распространенные причины преждевременного выхода из строя:

- **Несоответствие НТД**
- Н**арушение правил монтажа и эксплуатации**
- Н**еправильный выбор материального исполнения**

Рекомендации

Необходимо:

- Минимизировать вероятность образования пор, шлаковых включений, трещин и прочих дефектов в отливках.
- Проводить радиографический контроль.
- Применять заготовки, выполненные термомеханическим методом, ковкой.
- Исключить применение дисперсионно-твердеющих мартенситных сталей типа 17-4 PH в сероводородсодержащих средах



Карнаухов Кирилл Анатольевич

+ 7 9871611401
karnauhov@its-samara.com