



Москва, Россия
ул. Введенского, 23А, стр.3
тел./факс: +7(495) 229-88-28
E-mail: info@agbpp.ru

Липецк, Россия
ул. Петра Великого, 2, офис 205
телефон: +7 (920) 500-26-44
E-mail: info@agbpp.ru

Новороссийск, Россия
ул. Виктора Цоя, 4
телефон: +7 (920) 500-54-26
E-mail: info@agbpp.ru

р/с 40702810338180003094 ОАО "Сбербанк России" БИК 044525225 ИНН 7728753637

ОПИСАНИЕ

по проведению

**стендовых испытаний скорости коррозии и накипеобразования в
водооборотном цикле.**

Стенд № М-93 – (инвентарный номер АИНЖ-М93-001)

Липецк

2016

Содержание

1 Общие положения

2 Цель проведения работ

3 Строение и принцип работы установки

4 Меры безопасности, ответственные лица 5

Порядок проведения испытаний.

6 Перечень контролируемых параметров

7 Критерии оценивания эффективности проведения испытаний 8

Обработка и оформление результатов выполненных работ

Приложение А.

Методика определения накипеобразующих свойств воды, принцип работы установки.

Приложение Б.

Методика определения скорости протекания коррозии по образцам-свидетелям.

Приложение В.

Методика определения транспорта кальция.

Приложение Г.

Методика определения микробного числа с использованием биотеста.

Приложение Д.

Схема установки.

Приложение Е.

Принципиальная электрическая схема.

Приложение Ж.

Фотографии стенда.

1 Общие положения

1.1 Проведение стендовых испытаний дает возможность с минимальными затратами и в минимальные сроки проводить подбор реагентов для стабилизационной обработки циркуляционной воды.

1.2 Стендовые испытания определения скорости коррозии и накипеобразования проводят в течение не менее 800 часов для каждого реагента. Результаты испытаний оформляют техническим отчетом.

1.3 Стендовые испытания проводят на подпиточной воде оборотного цикла.

1.4 Программой стендовых испытаний не предусмотрено выполнение каких-либо дополнительных врезок в основные трубопроводы испытательной установки, а также изменение режимов ее работы.

2 Цель проведения работ

Целью испытаний являются:

- проверка и оценка эффективности выбранных реагентов для стабилизационной обработки циркуляционной воды;
- отработка методик коррозионного мониторинга, а также химического контроля и определения основных контролируемых показателей по стабилизационной обработке воды.

3 Строение и принцип работы установки

3.1 В состав установки, предназначенной для проведения испытаний реагентов по стабилизационной обработке воды входят (см. приложение Д):

- поз.1 - бак объемом 105 литров;
- поз.2 - тележка на колесах;
- поз.3 - уровнемер;
- поз.4.1-4.6 - вентили dy20;
- поз.5 - сетчатый фильтр;
- поз.6 - циркуляционный насос;
- поз.7 - ротаметр;
- поз.8 - шкаф КИПиА;
- поз.9 - измеритель регулятор многофункциональный одноканальный;
- поз.10 - термоманометры;
- поз.11 - вентилятор трубный;
- поз.12 - термодатчик;
- поз.13 - змеевик для установки купонов,
- поз.14 - насадка (кольца Паля);
- поз.15 - нагревательный элемент (ТЭН) с прокладкой;
- поз.16 - купоны.

3.2 Принцип работы установки

Установить установку в отведенном для нее помещении с температурой окружающей среды (от 17 до 30°С) и влажностью 60-75%.

Засыпать в верхнюю часть бака насадку (равномерно распределив ее).

Закрыть бак крышкой, присоединив к ней гофрированный рукав. Выход рукава подсоединить к вытяжной вентиляции или вывести через окно на улицу.

Проверить чистоту сетчатого фильтра 5 (см. Приложение Д).

Установить предварительно взвешенные и помеченные купоны в змеевик станда. Перед запуском установки в работу демонтировать ТЭН, сфотографировать и взвесить с точностью до 4 знака после запятой. Рассчитать площадь поверхности ТЭНа по методике, описанной в Приложении Б.

После установки ТЭНа на место заполнить бак установки подпиточной водой в количестве 105 литров, содержащей необходимое количество испытываемого реагента. Открыть вентиль 4.6, а также вентили на уровнемере, стравить воздух из участка трубопровода между насосом и фильтром через вывинчивающуюся пробку (болт с резиновой прокладкой). После выхода всего воздуха закрутить болт. Открыть вентили 4.1 - 4.3. После наполнения водой емкости с ТЭНом закрыть байпас 4.3. Включить насос в работу, отрегулировать расход воды через змеевик на уровне 32-34 л/мин по ротаметру 7 (верхний мениск подвижного грузика, это соответствует, скорости воды в трубопроводе установки с $du = 20 = 1,5$ м/сек).

В процессе работы возможно падение расхода воды по ротаметру. В таких случаях необходимо почистить фильтр. Если расход воды после чистки не восстановился необходимо проверить целостность прокладки на болте для стравливания воздуха между вентилем 4.2 и насосом установки б.

Включить вентилятор установки.

Установить на задатчике терморегулятора температуру 40⁰ С и включить ТЭН в работу. Свечение в районе установки термодатчика свидетельствует о работе ТЭНа.

При работающей установке за сутки может испариться 30л воды. Поэтому необходимо следить, чтобы уровень воды в баке был постоянным, для этого 3 раза в сутки, через каждые 8 часов необходимо подпитывать его водой, содержащей необходимое количество испытываемого реагента. Это позволит поддерживать коэффициент упаривания в системе. После запуска установки продувка не ведется до получения заданного коэффициента упаривания, при этом через установку должно пройти количество воды, кратное коэффициенту упаривания. После чего начинаются продувки с целью поддержания K_u , (подсчет воды ведется с учетом воды изначально залитой в пустую установку).

Вода из ёмкости через открытый кран поз.4.6, сетчатый фильтр грубой очистки поз.5, циркуляционным насосом поз.6, подаётся на ротаметр поз.7 в количестве 32-34 л/мин.

После ротаметра вода проходит через термоманометр поз.10 (показывающий температуру воды до нагрева), открытый кран поз.4.1 и ТЭН поз.15. Нагрев ТЭНа регулируется при помощи терморегулирующего прибора, включенного последовательно ТЭНу. При прохождении воды через ТЭН она соприкасается с нагревательным элементом последнего, в результате чего на тёплой стенке ТЭНа образуется накипь, а вода нагревается. Далее тёплая вода проходит через открытый кран поз.4.2, термоманометр поз.10 (температура воды после нагрева) и далее через систему контроля коррозии и накипеобразования (гнезда купонов) поз.13, через ороситель попадает на орошение пластиковой насадки. Насадка орошается водой и продувается воздухом, нагнетаемым вентилятором. При контакте тёплой воды и воздуха на поверхности насадки происходит охлаждение воды за счёт испарения ее части. При этом одновременно происходит упаривание воды. Охлаждённая вода сливается в бак, далее цикл повторяется.

При постоянной работе установки происходит падение уровня воды в ёмкости (баке), фиксируемое уровнемером поз.3. Для моделирования коэффициента упаривания в системе необходимо выдерживать баланс между испаренной водой, подпиткой и продувкой.

Например, для $K_u=2$ надо, чтобы на каждый объём испарённой воды из бака V1 был слит такой же объём воды V3, как и испарился, после чего в бак залить воду V2 до первоначального рабочего уровня.

Для $K_u=3$ надо, чтобы на каждый объём испарённой воды V1 из бака был слит половинный от испарения объём воды V3, после чего в бак залить воду V2 до первоначального рабочего уровня.

Для $K_u=1,5$ надо, чтобы на каждый объём испарённой воды V1 из бака был слит V3 двойной от испарения объём воды, после чего в бак залить воду V2 до первоначального рабочего уровня.

Для быстрого подсчёта соотношения объемов подпитки V2, испарения V1 и продувки V3 применяется электронная версия таблицы 1,. Для подсчёта достаточно активировать таблицу двойным щелчком на ней и ввести коэффициент упаривания.

Таблица 1 для подсчёта соотношений объёмов испарения, подпитки, продувки

Коэфф. упаривания		1,50
Испарение	V1	1,0000
Подпитка	V2	3,0000
Продувка	V3	2,0000

После того как установка отработала установленный срок, ТЭН необходимо снять, на его место установить другой ТЭН, взвешенный таким же образом, заменить купоны и включить установку в работу.

Снятый ТЭН фотографируют, сушат в сушильном шкафу при 105°C до постоянной массы, после чего его взвешивают с точностью до 4 знака после запятой и по разнице массы до и после испытаний определяют привес ТЭНа (массу отложений).

После определения привеса (количества отложений) рассчитывают удельную загрязнённость. Снятые купоны обрабатывают, взвешивают и рассчитывают скорость коррозии по методике, изложенной в Приложении Б.

Зная время, прошедшее с момента установки ТЭНа до его снятия, можно рассчитать скорость образования отложений в единицу времени $\frac{\text{г}}{\text{м}^2 \cdot \text{час}}$. В ходе испытаний 1 раз в сутки проводят типовой анализ циркуляционной и подпиточной воды, рассчитывают коэффициент упаривания $K_y = \frac{C_{\text{CLцирк. вода}}}{C_{\text{CLподпит. вода}}}$, транспорт кальция по методике, описанной в Приложении В. Все данные заносят в таблицу.

После окончания сравнительных испытаний делают заключение об эффективности каждого реагента.

Методика определения накипеобразующих свойств воды описана в Приложении А.

4 Меры безопасности, ответственные лица

- Научно-методическое сопровождение работ установки по прилагаемой программе осуществляет полномочный представитель ООО "Агбор производственная площадка".
- 4.2 Персонал, участвующий в работах по обслуживанию установки, должен быть аттестован и ознакомлен с настоящей программой.
- 4.3 Персонал, задействованный в операциях по загрузке реагентов, обязан использовать пылевые респираторы ("лепесток"), защитные очки, перчатки, спец.одежду и обувь.
- 4.4 Перед началом работ необходимо проверить наличие и исправность заземления.
- 4.5 Запрещается включать насос и ТЭН установки без заполнения бака водой.
- 4.6 Запрещается включать насос и ТЭН с закрытой запорной арматурой.

5 Порядок проведения испытаний

- 5.1 Подготавливают установку к работе, как описано в разделе 3.2.
- 5.2 После включения установки в работу ежедневно производят отбор проб воды из бака и выполняют анализы согласно разделу 6. По истечении одной недели работы установки руководитель работ может изменить частоту выполнения анализов в сторону их уменьшения.
- 5.3 Результаты проведенных испытаний заносят в таблицы.
- 5.4 По результатам анализов проводят корректировку концентрации реагентов в баке.

- 5.5 Контроль работы установки в процессе проведения испытаний выполняет оперативный персонал. Все операции фиксируют в журнале испытаний.
- 5.6 После окончания всех испытаний проводят анализ полученных результатов и оформляют отчет. После каждого испытания производят расчет транспорта кальция.
- 5.7. В процессе работы установки поддерживать заданный K_u , путём дренажа и добавления заданных количеств воды. Выполнять текущие анализы воды, производить расчет транспорта кальция. После 800 часов работы установку останавливают, изымают образцы-свидетели, на их место устанавливают новые. ТЭН снимают, на его место ставят другой ТЭН, таким же образом взвешенный, и установку снова запускают в работу.
- 5.8. Результаты проведенных испытаний заносят в таблицы и производят сравнительный анализ полученных данных.
- 5.9. Ежедневно производят отбор проб воды из бака установки и выполняют анализы согласно разделу 6. По истечении одной недели частота выполнения анализов может быть уменьшена решением руководителя работ, назначенного в установленном порядке.
- 5.10. По результатам анализов производить корректировку концентрации реагентов в баке.
- 5.11. Контроль работы установки в процессе проведения испытаний выполняет оперативный персонал. Все операции, выполняемые на установке, фиксируют в журнале испытаний.
- 5.12. По результатам выполненных испытаний оформить отчет.

6 Перечень контролируемых параметров

- 6.1 Расход воды через ротаметр 32-34 л/м.
Частота фиксации в журнале испытаний - 1р/сутки.
- 6.2. Перечень контролируемых параметров

№	Наименование параметра	Ед.измерения	Фактические значение
1	Показатель рН		
2	Солесодержание (электропроводность)	мг /дм ³	
3	Жесткость общая	мг-экв/дм ³	
4	Жесткость карбонатная	мг-экв/дм ³	
5	Щелочность общая	мг-экв/дм ³	
6	Железо общее	мг/дм ³	
7	Органический фосфор (PO ₄)	мг/дм ³	
8	Хлориды	мг/дм ³	
9	Сульфаты	мг/дм ³	
10	Цинк	мг/дм ³	
11	Расчет индекса Ланжелье		

Примечание. Периодичность выполнения анализов 1 раз/сутки в течение первой недели испытаний и 1 раз в двое суток в дальнейшем до конца испытаний. Периодичность выполнения анализов может изменяться в зависимости от интенсивности происходящих процессов.

6.3. В процессе проведения испытаний в обязательном порядке необходимо фиксировать количество загружаемых в бак реагентов и количество подпиточной воды.

6.4. Биологическое тестирование необходимо проводить 1 раз в неделю через двое суток после введения биоцидов. Биологическое тестирование проводят биотестами.

6.5. Скорость коррозии конструкционных материалов контролируют по образцам - свидетелям, установленным в змеевике установки.

7 Критерии оценивания эффективности проведения испытаний

Критериями оценивания эффективности испытаний являются:

- оценка воздействия применяемых реагентов на конструкционные материалы (скорость коррозии для стали должна быть не более 0,1 мм/год);
- отсутствие микробиологических и солевых отложений на образцах;
- отсутствие отложений на поверхности ТЭНа;
- поддержание микробного числа в обрабатываемой воде в пределах не более $10^3 - 10^5$ колоний/л;
- не превышение установленных норм у контролируемых параметров качества воды.

8 Обработка и оформление результатов выполненных работ

8.1 Исследование образцов - свидетелей проводят согласно аттестованным методикам с оформлением акта установленной формы.

8.2. По результатам проведенных испытаний готовят отчет.

Приложение А

Методика определения накипеобразующих свойств воды

Для определения накипеобразующих свойств воды используется свойство карбонатов кальция откладываться из раствора на нагретую поверхность. В качестве такой поверхности выступает нагревательный элемент ТЭН.

Перед запуском установки в работу ТЭН взвешивают с точностью до 4 знака после запятой. После запуска установки и работы в течение установленного времени ТЭН снимают, на его место ставят другой ТЭН, таким же образом взвешенный, и установку снова запускают в работу.

Снятый ТЭН высушивают в сушильном шкафу при 105°C до постоянной массы, после чего взвешивают с точностью до 4 знака после запятой и по разнице массы до и после испытаний определяют привес, т.е. массу отложений.

Площадь поверхности ТЭНа определяют, как площадь цилиндра.

После определения привеса (количества отложений) рассчитывают удельную загрязнённость.

Зная время, прошедшее с момента установки ТЭНа до его снятия, можно рассчитать скорость образования отложений в единицу времени.

В ходе испытаний 1 раз в сутки проводят типовой анализ циркуляционной и подпиточной воды, рассчитывают K_u , транспорт кальция (см. Приложение Е). Все данные заносят в таблицу.

После заполнения таблицы, определения удельной загрязнённости, скорости коррозии проводят сравнение результатов предложенной реагентной программы с другими данными, полученными при другой реагентной обработке. Далее проводят либо дополнительные исследования на других дозах стабилизирующих реагентов, либо делают вывод, что степень стабилизационной обработки удовлетворительна.

Подготовка к новому этапу испытаний заключается в промывке установки чистой водой до прекращения загрязнения воды отмываемыми взвесями.

Приложение Б

Методика определения скорости протекания коррозии по образцам-свидетелям

- 1 Образцы-свидетели изготавливают согласно ГОСТ 9.905-85 “ЕСЗКС. Методы коррозионных испытаний. Общие требования.”
- 2 Образцы (купоны) готовят обычно из металла, присутствующего в системе (сталь 20, и т.п.) в виде цилиндров из стали диаметром 1 см и металлических пластин. Металлические купоны шлифуют, пассивируют, обрабатывают дистиллированной водой, после высушивания - взвешивают. Если используют стандартные купоны, пассивация не нужна. Перед помещением в поток купоны необходимо обезжирить спиртом или ацетоном и взвесить. Скорость потока должна быть на уровне 1,5 м/с.
- 3 Отмечают время экспозиции купона.
- 4 После извлечения, при наличии на образцах отложений или продуктов коррозии, их необходимо очистить ластиком и щётками. Промыть дистиллированной водой, высушить и вновь взвесить на тех же весах.
- 5 Формулы для расчета скорости коррозии:
Скорость коррозии металлов оценивают количественно по убыли массы единицы поверхности металла в единицу времени – весовой показатель скорости коррозии (К) – или по глубине коррозионных повреждений – глубинный показатель или проницаемость (П). Оба показателя связаны следующей зависимостью:

$$K = \frac{\Delta m}{S \tau} \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч}) \quad \text{и} \quad П = K \cdot \frac{8,76}{d} \text{ мм/год}$$

где Δm – убыль (или прибыль) массы металла за время испытания (г); S – общая поверхность испытываемого образца (м²); Δt – продолжительность испытания (часы); d – диаметр купона в метрах. Норма скорости протекания коррозии для стали составляет < 0,1 мм/год.

Таблица 2 для подсчёта скорости коррозии на образцах свидетелях (купонах)

№	Δt (час)	m н (г)	m к (г)	Δm (г)	d (м)	H (м)	S м ²	K (г/м ² *ч)	П (мм/год)
1	800	62,5958	62,52840	0,06740	0,03	0,075	0,007772	0,010841	0,012067
2	76	61,395	61,2994	0,09560	0,01	0,098	0,003156	0,39861	0,443688
3	1200	61,9985	62,0671	-0,06860	0,01	0,098	0,003156	-0,01812	-0,02016
4	76	62,1815	62,057	0,1245	0,01	0,09	0,002905	0,564007	0,555135
5									

Для быстрого подсчета скорости коррозии стали применяется электронная версия таблицы 2.

Для подсчета активировать таблицу двойным щелчком левой клавишей мыши и внести время = **Д t (час)**; начальную массу образца **m н (г)**; конечную массу образца **m к (г)**; диаметр **d (м)**; высоту **H (м)**;

Пересчет действителен для стали ст3;10;20.

Приложение В (обязательное)

Методика определения транспорта кальция

После проведения анализов добавочной воды и воды из стенда рассчитываем коэффициент упаривания по кальцию по формуле:

$$K_{yCa} = \frac{Ca_K}{Ca_H}; \text{ где}$$

Ca_H начальная концентрация кальция в исходной воде,

Ca_K конечная концентрация кальция в воде после упаривания.

Далее рассчитывается транспорт кальция (для контрольного и испытуемого образца):

$$TP_{Ca} = \frac{K_{yCa}}{K_y} * 100\%; \text{ где } K_y = \frac{Cl_K}{Cl_H};$$

V_H начальная концентрация хлоридов в исходной воде,

V_K конечная концентрация хлоридов в воде после упаривания.

В результате нескольких испытаний мы получаем графики значения транспорта кальция: один (контрольный) – имеющийся в данный момент на предприятии; второй (испытуемый) – транспорт кальция с использованием реагентной обработки.

Сравнивая полученные два значения транспорта кальция (контрольный и испытуемый образец) можно сделать вывод об эффективности реагентной обработки. Транспорт кальция должен быть не ниже 95%.

При проведении лабораторных испытаний необходимо учитывать, что реальные условия протекания процессов накипеобразования воспроизвести в лаборатории невозможно. Поэтому проведение испытаний в производственных аппаратах или на опытно-промышленных установках всегда предпочтительнее лабораторных и при проверке выбранных материалов их следует подвергать именно таким испытаниям.

Приложение Г

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МИКРОБНОГО ЧИСЛА использованием био-теста

Слайды Envirochek Contact TVC (био-тесты) используются для тестирования жидкости.

1. Открутите крышку пробирки и аккуратно достаньте слайд из пробирки, чтобы не затронуть агаровые поверхности. Перед использованием проверьте, чтобы не было обезвоживания или загрязнения поверхности.

2. Процедура прививки-тестирования.

ТЕСТИРОВАНИЕ ЖИДКОСТИ

- окуните слайд на 5-10 секунд в анализируемую воду. Обе агаровые поверхности должны быть полностью намочены;
- встряхните слайд, чтобы удалить избыток воды;
- вставьте слайд обратно в пробирку и плотно закройте крышкой.

3. Маркирование.

Подпишите пробирку, указав источник воды, дату и время.

4. Инкубация.

Поместить пробирку в вертикальном положении в термостат на 24 – 48 часов при температуре 35-37 градусов (для роста бактерий). Однако в соответствии с индивидуальными потребностями может использоваться альтернативное время и температура.

5. Чтение результатов.

Достаньте слайд из пробирки и сравните плотность расположения красных точек на агарной поверхности № 1 со схемой плотности в таблице, при этом не считая количество колоний. Если плотность превышает по таблице 10^7 числа колоний, анализируемая вода может быть разбавлена. Таблица прилагается в каждой коробке с биотестами.

6. Меры безопасности

С зараженными слайдами следует обращаться аккуратно! Слайды должны быть автоклавированы, обожжены или размочены с помощью дезинфицирующего средства.

7. Срок хранения

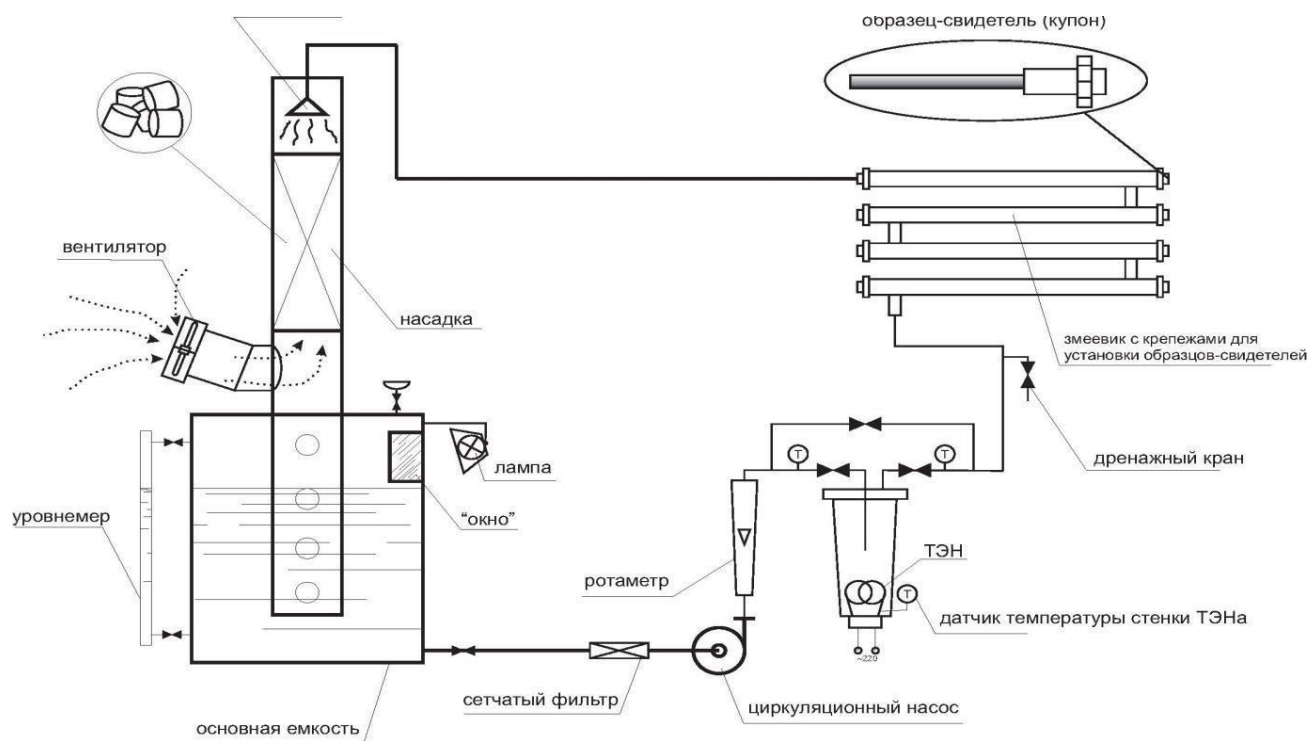
Хранить слайды при температуре меньше 15 градусов. Оптимальная температура хранения 12-15 градусов. **НЕ ЗАМОРАЖИВАТЬ!**

Срок хранения указан на каждой коробке.

Перед использованием проверить – нет ли новообразований на слайдах. Неиспользованные слайды с новообразованиями следует уничтожить.

Приложение Д.

Схема установки.



Приложение Ж.
Фотографии стенда.

