

УДК 621.793.14

## НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ ВАКУУМНЫХ НАПЫЛИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК ЗАО «ФЕРРИ ВАТТ»

© А.А. Бикташев, О.В. Желонкин, В.А. Глинкин, А.П. Ляпин  
ЗАО «ФЕРРИ ВАТТ», г. Казань, Россия

*Представлены последние разработки установок ЗАО «Ферри Ватт», отличающиеся высоким уровнем автоматизации. Используются клапаны и затворы с пневматическим приводом, электрические кабели размещаются в специальных каналах над установкой. Используется система оптического контроля. Впервые применен планарный дуговой испаритель длиной три метра с системой возвратно-поступательного движение катодных пятен.*

Казань исторически один из центров производства различного вакуумного технологического оборудования в России. Последнее десятилетие лидирующее положение в разработке и производстве вакуумных установок различного назначения занимает предприятие ЗАО «Ферри Ватт». Разработано и изготовлено большое количество напылительных установок, предназначенных для нанесения декоративных, защитных, теплоизолирующих покрытий на стекло, металлы, пластмассу, керамику и т.д. [1, 2]. Установки могут иметь как ручное управление, так автоматическое управление с применением контроллера и компьютера. Внутренняя оснастка камер может быть оптимизирована под конкретные условия производства. Разработка технологии, обучение персонала – неотъемлемое условие поставки установок. Предприятие активно сотрудничает со всеми сторонами, заинтересованными в развитии вакуумной техники и ее применении.

В последние годы увеличилась потребность в нанесении различных комбинированных покрытий в промышленном масштабе. Первой такой установкой, изготовленной на нашем предприятии, была установка, предназначенная для нанесения комбинированного отражающего покрытия, состоящего из металлического алюминиевого слоя и кремнийорганических грунтового и защитного слоев. Покрытие может наноситься на различные отражающие элементы, в первую очередь отражатели автомобильных фар (рис. 1). Отражатели могут быть изготовлены как из металла, так и из пластмасс.

Вакуумная система установки состоит из четырех диффузионных агрегатов АВДМ-400, насоса ДВН-500 и двух насосов АВЗ-125 и двух насосов 2НВР-5ДМ для поддержания давления в диффузионных насосах при проведении средне-

вакуумных операций технологии в камере (рис.2). Используются клапаны и затворы производства ОАО Вакууммаш с электроприводом. Установка барабанного типа с механизмом планетарного вращения. На барабане размещаются восемь планет для крепления деталей.

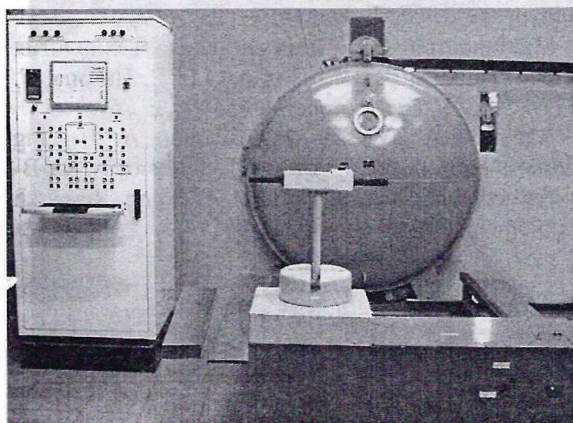


Рис. 1. Установка ВАТТ 1600-4ТК. Вид со стороны чистой зоны

Размеры планеты: диаметр 360 мм, длина 1390 мм. Загрузка барабана – 124 отражателя фары ВАЗ 2110 (рис. 3).

Используется термическое испарение алюминия – до 20 вольфрамовых спиралей.

Осаждение кремнийорганических слоев осуществляется в ВЧ-разряде (13,56 МГц) и обеспечивает защиту алюминиевого слоя от воздействия окружающей среды. Бачок с кремнийорганической жидкостью имеет систему поддержания заданной температуры и систему регулирования подачи паров в вакуумную камеру.



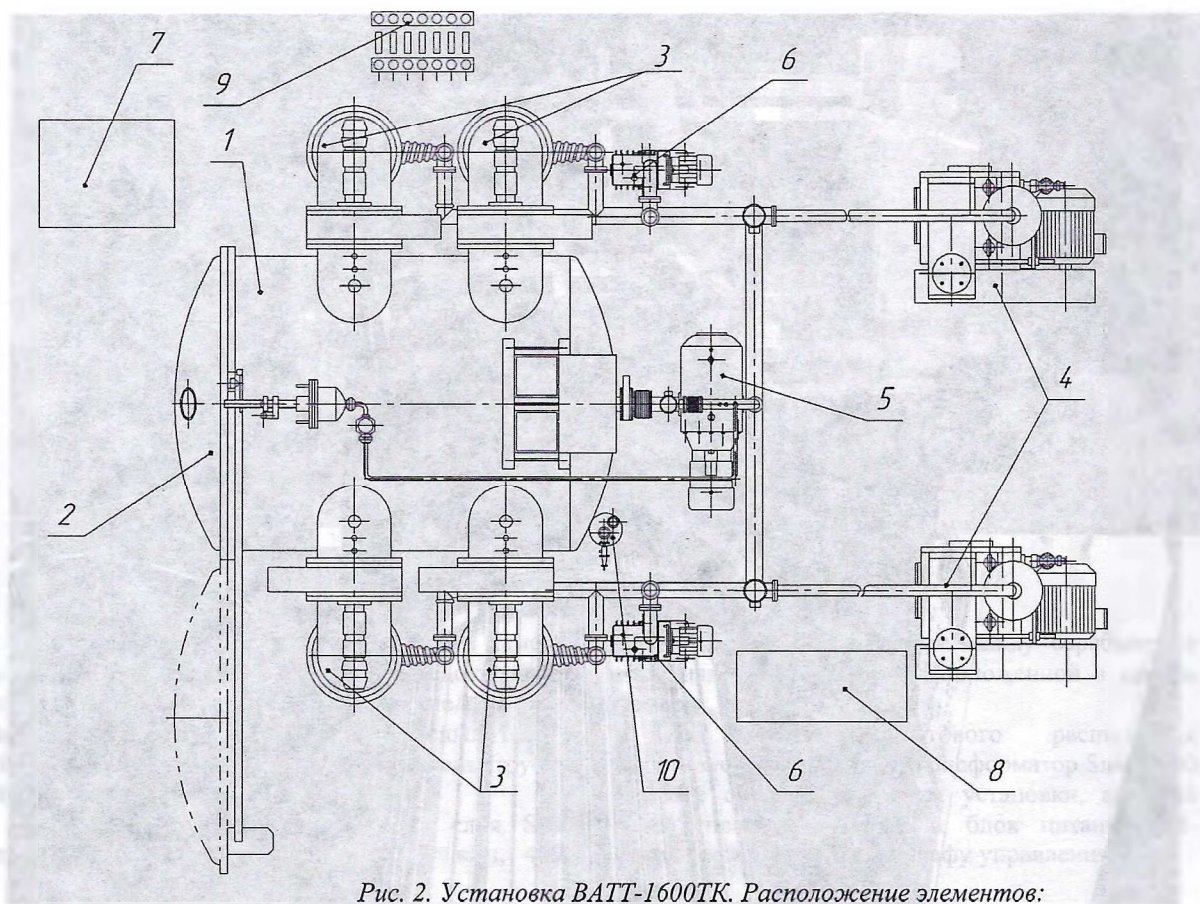


Рис. 2. Установка ВАТТ-1600ТК. Расположение элементов:  
 1 – камера; 2 – крышка камеры; 3 – агрегаты АВДМ- 400; 4 – насосы АВЗ -125;  
 5 – насос ДВН- 500; 6 – насосы 2НВР- 5 ДМ; 7 – пульт управления;  
 8 – генератор 13,56 МГц; 9 – ротаметры; 10 – бачок с КОС

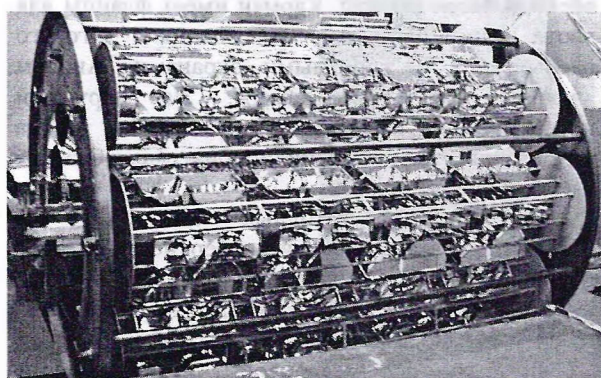


Рис.3. Барабан с деталями

Бачок с кремнийорганической жидкостью имеет систему поддержания заданной температуры и систему регулирования подачи паров в вакуумную камеру. Возможно ручное и полностью автоматическое проведение цикла нанесения покрытия.

Установка имеет два комплекта барабанов на откатных тележках. Тележки имеют

электрический привод, питаемый от аккумуляторов.

Для измерения давления используются отечественные датчики ДВТ и ДВЭ с преобразователями ПМТ-6-3 и ПМИ-32 соответственно.

Источником питания ВЧ-разряда является генератор УВ-1 мощностью 1 кВт.

Вторая установка ВАТТ1600-4ДК, предназначена для нанесения комбинированного покрытия, которое может состоять из слоя металла, слоя соединения этого металла (оксид, нитрид, карбид) и слоя  $SiO_x$  (рис.4).

В конструкции этой установки использован ряд новых конструктивных решений.

Во-первых, использованы клапаны, затворы с пневмо-приводом. Пневмопривод применен для затворов ЗВЭ-400 и клапанов Ду 25, 63, 100. Был проведен анализ имеющегося опыта подобных доработок, и разработана своя конструкторская документация. Сейчас, можно сказать, что приложенные усилия себя оправдали.

Клапаны и затворы работают плавно, без заеданий и сбоев (рис.5).



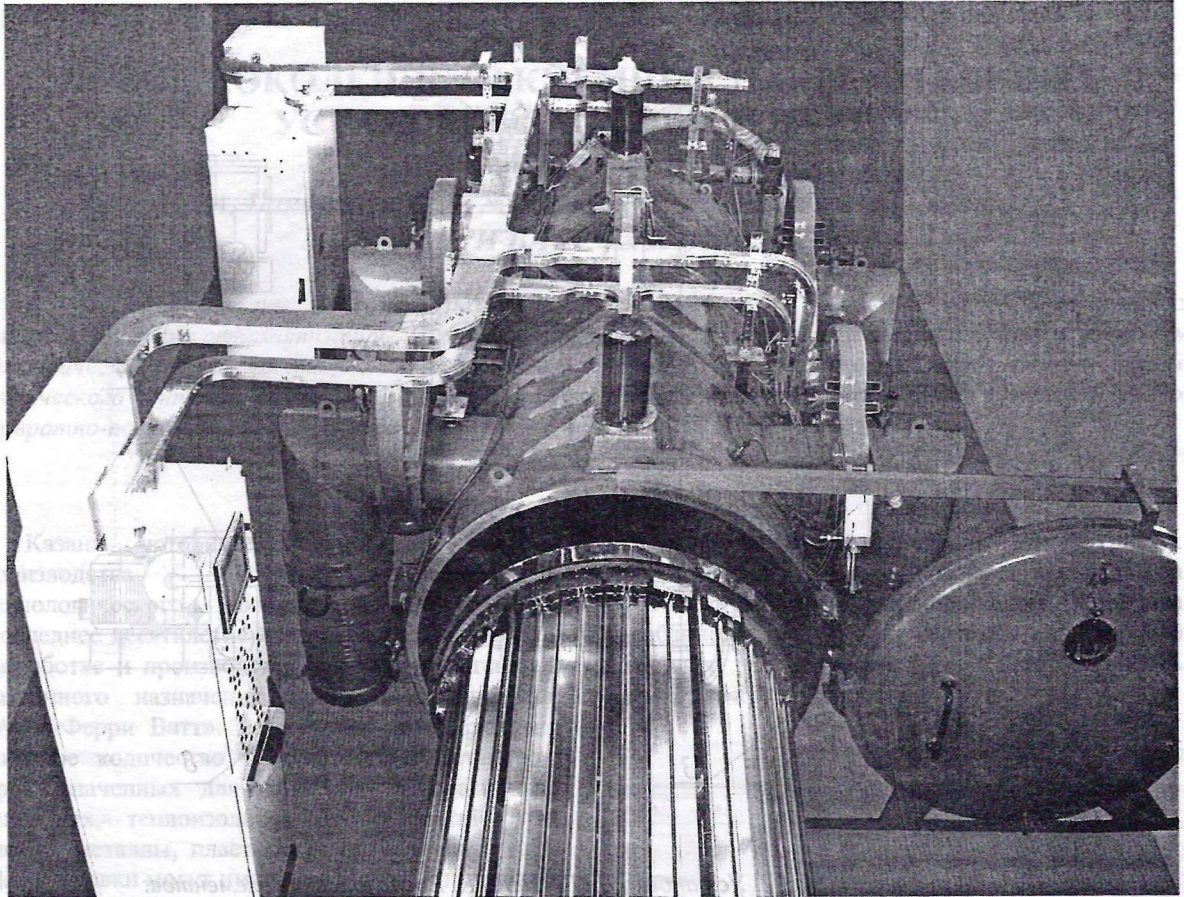


Рис.4. Установка VATT1600-4ДК

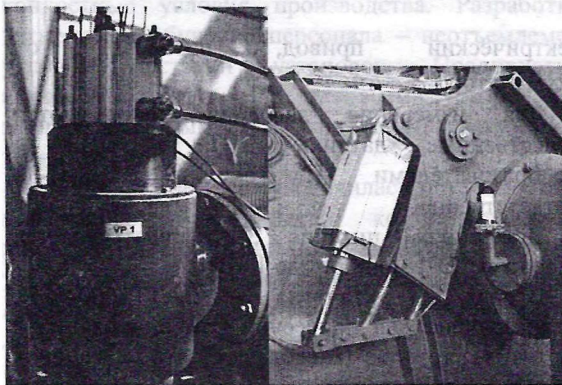


Рис.5. Вакуумная арматура с пневмоприводом

Пневмопривод использован во всех системах, кроме привода вращения барабана (рис.6).

Во-вторых, в соответствии с европейскими требованиями использована система кабель-каналов, размещенных над установкой (см. рис. 4).

В третьих, применен планарный дуговой распылитель длиной 3 м, с системой, обеспечивающей возвратно-поступательное движение катодных пятен (рис.7).

Дуговой распылитель расположен в кармане в верхней части камеры. Карман имеет фланцы для ввода питания и охлаждения дугового распылителя с защитными экранами. Анодом является вакуумная камера. На наружной поверхности кармана закреплена трубка охлаждения. Карман и цилиндрическая обечайка имеют ребра жесткости.

Перемещение катодных пятен и их стабилизация на рабочей поверхности катода осуществляется магнитным полем тока, протекающего по сечению катода в направлении к одному из токоподводов.

Возвратно-поступательное движение катодных пятен вдоль катода осуществляется за счет датчиков крайних положений катодных пятен. При перемещении катодных пятен до датчика положения формируется электрический сигнал и происходит переключение коммутатора на противоположный токоподвод. Катодные пятна начинают движение в его сторону до противоположного датчика.

Для дополнительной стабилизации катодных пятен катод окружен экраном.



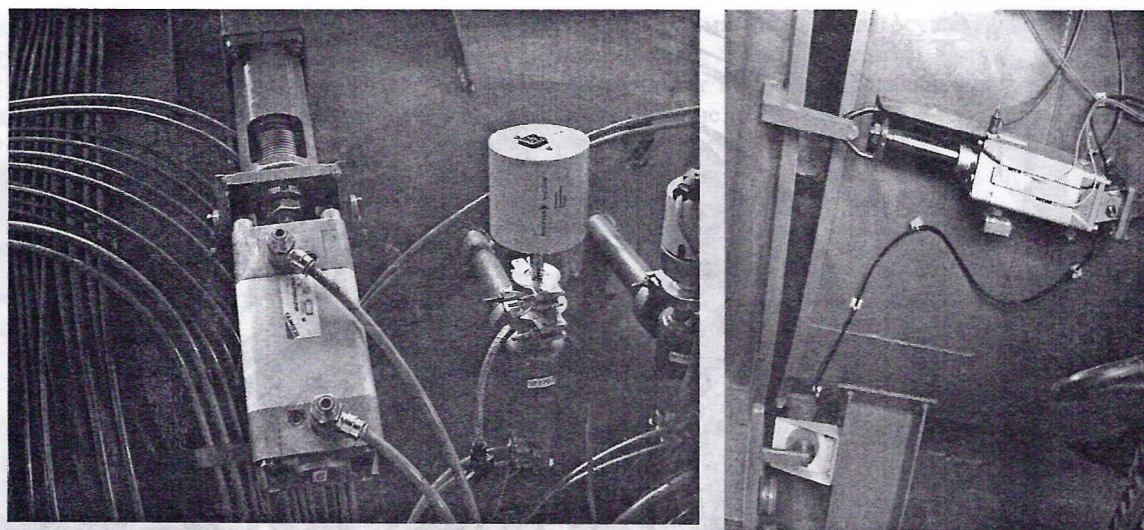


Рис.6. Пневмоприводы, применяемые на установке ВАТТ1600-4ДК

С внутренней, цилиндрической части камеры карман имеет заслонку 2, которая предотвращает попадание в карман и осаждение на его внутренних элементах и дуговом распылителе 1 паров КОС. Внутри кармана расположены трубки напуска реактивного газа 3.

Нанесение кремнийорганического слоя  $\text{SiO}_x$  производится в ВЧ-разряде – 20-40 кГц, 400-

1000В, который зажигается между барабаном с изделиями и антенной, расположенной в центре камеры.

Для питания дугового распылителя используется сварочный трансформатор Sirion 400.

Все силовые элементы установки, включая блок управления дугой и блок питания ВЧ-разряда, расположены в шкафу управления.

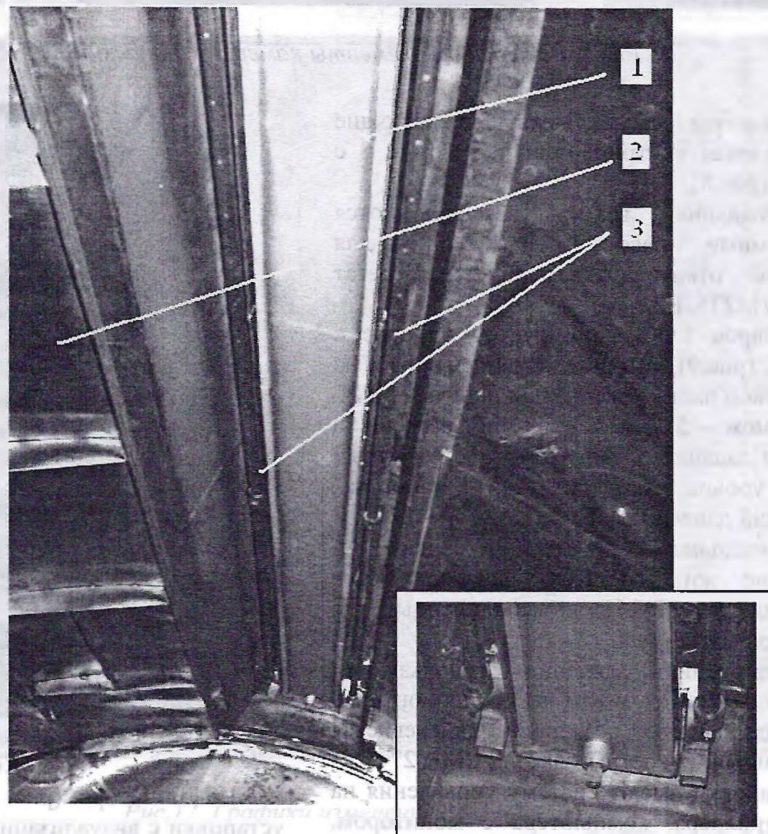


Рис.7. Планарный дуговой распылитель



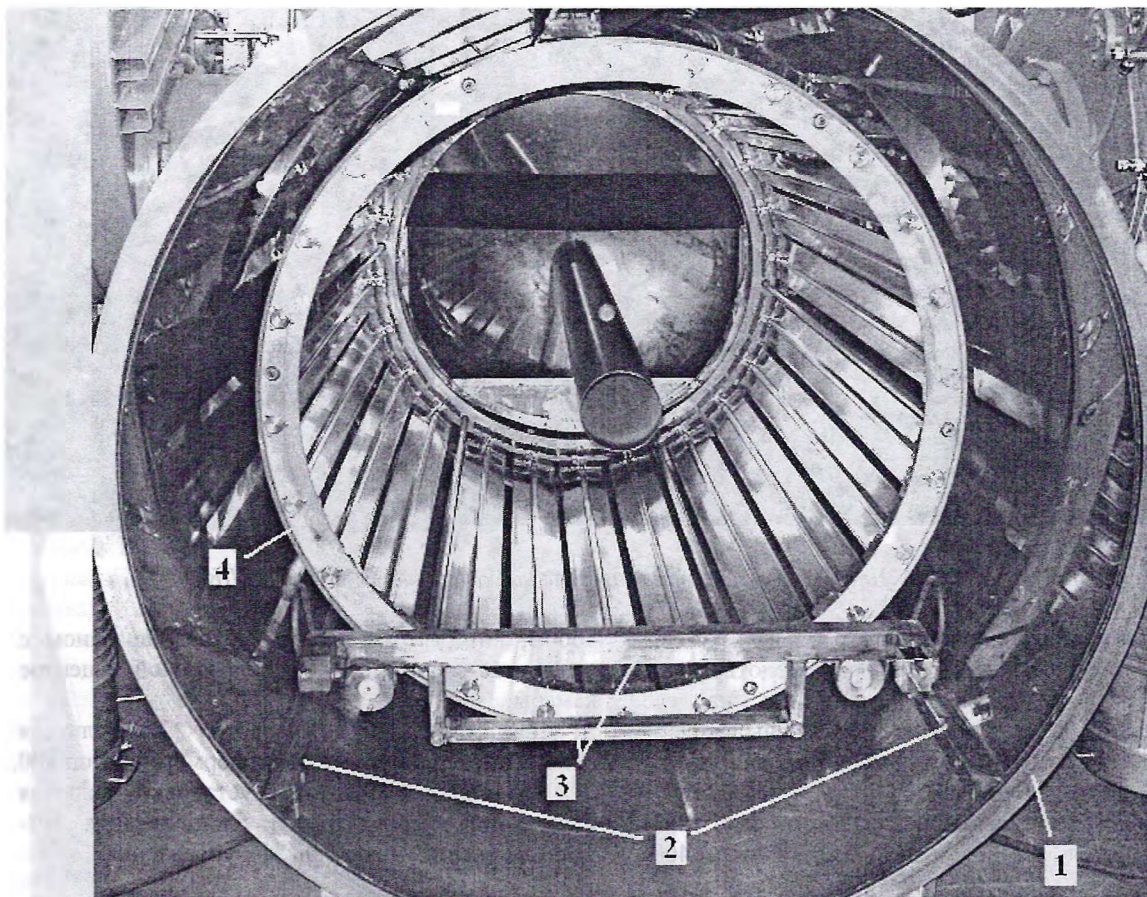


Рис. 8. Внутренние элементы камеры установки BATT1600-4ДК

Внутри камеры 1 расположены направляющие 2 для размещения внутри-камерной тележки 3 с барабаном 4 (рис. 8).

Для создания вакуума используются высоковакуумные насосы НВДМ-400, для форвакуумной откачки рекомендуется агрегат ЕН1200 + Е1М275, Edwards.

Поток паров КОС формируется в бачке с жидким КОС (рис. 9), который закреплен справа на цилиндрической части камеры, под панелью с РРГ. Бачок объемом ~ 5 л, имеет систему нагрева и поддержания заданной температуры, стеклянный указатель уровня жидкости и манометр, показывающий давление в бачке.

Предварительная откачка бачка и обезгаживание жидкого КОС осуществляется через клапан КВР-25, подсоединенный к форвакуумной магистрали.

Для измерения давления используются датчики фирмы Pfeiffer, в том числе для контроля процесса реактивного осаждения применяется деформационный, емкостной датчик СМR 274.

Обе установки имеют систему управления на основе контроллера, компьютера с монитором, устройства измерения рабочих параметров и кнопочный пульт управления (рис. 10).

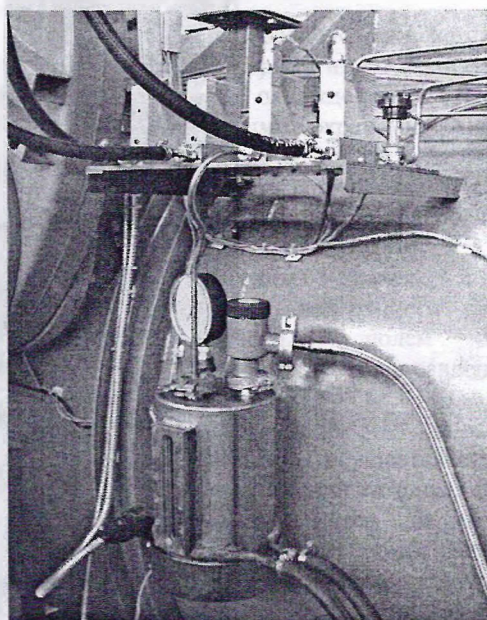


Рис. 9. Регуляторы напуска газа и бачок с КОС

На мониторе (рис. 11) показывается схема установки с визуализацией состояния элементов и текущие параметры технологического процесса. На мониторе также показываются режим работы и текущие установки рабочего процесса.



После загрузки камеры оператор нажимает кнопку «Пуск» на панели управления и нажимает кнопку «Открыть камеру» по завершении технологического цикла – появлении надписи на мониторе «Цикл завершен».

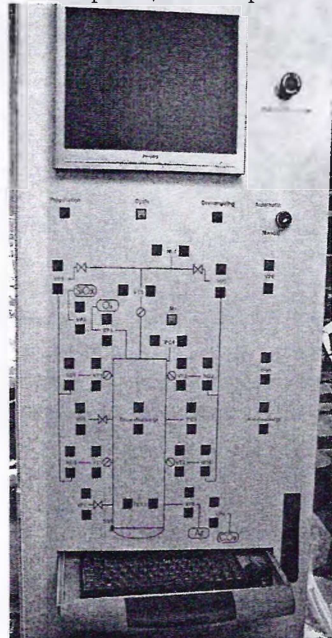


Рис.10. Пульт управления

Программа управления осуществляет запись параметров технологического процесса, что обеспечивает возможность дальнейшего контроля и анализа (рис.12).

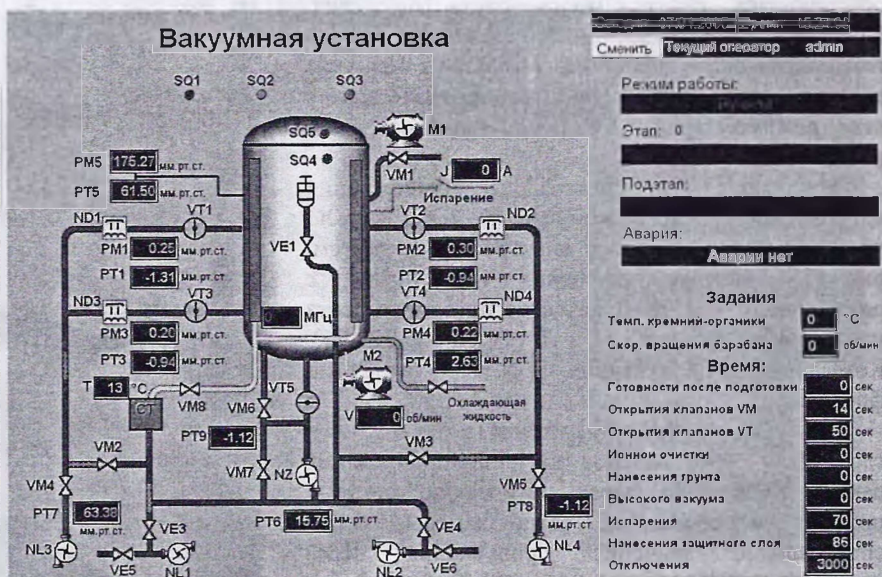


Рис.11. Интерфейс программы управления

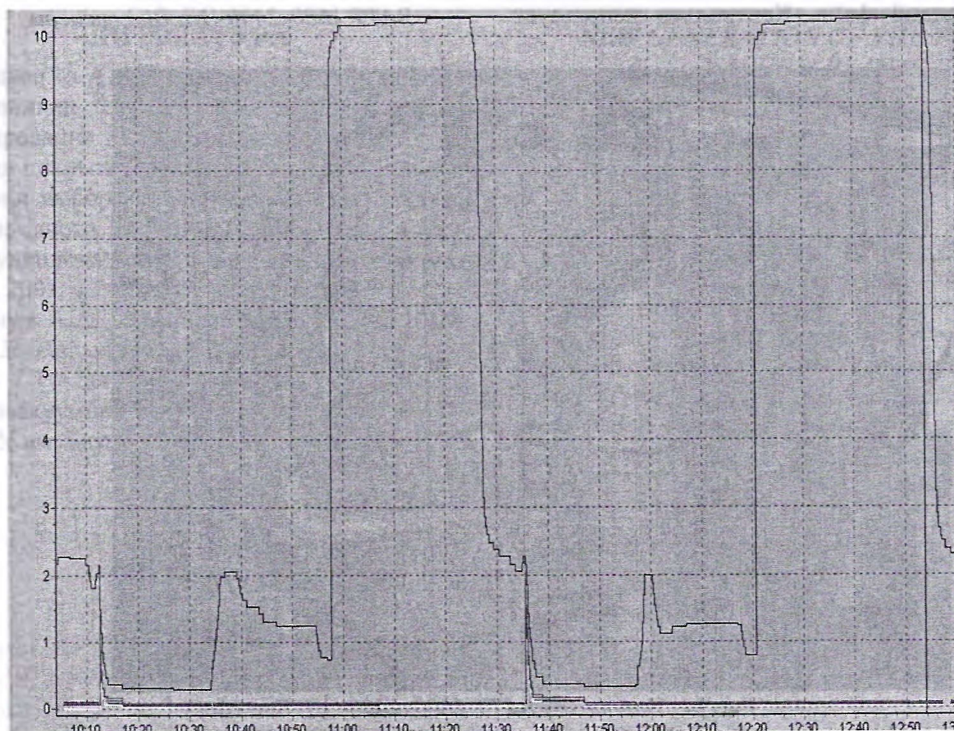


Рис.12. Графики изменения давления

Предприятие продолжает выпускать установки для нанесения покрытий на листовое стекло. Одной из последних установок этой серии

является установка ВАТТ 1600x2400-ЭД (рис. 13и14), предназначенная для модифицирования оптических свойств стекла размером 1600x2400



путем нанесения покрытий на основе титана и его соединений дуговым методом.

Установка имеет классическую компоновку с дуговым испарителем, перемещающимся между стеклами. Принципиальным отличием установки является двухканальная система оптического контроля параметров покрытия, которая совместно с автоматической системой управления обеспечивает повторяемость цвета покрытия. Оператору достаточно задать режим технологического процесса, выбрать в качестве эталона любой график пропускания из папки с этим режимом (рис.15) и, после загрузки стекол нажать кнопку «Пуск».

Измерение спектра пропускания направленного светового потока через стекло производится с помощью спектрофотометра (см. рис.15). Диапазон измерения 400-800 нм, с разрешением  $\pm 2\%$ . В качестве источника света используется лампа КГМ 9-70 (Ту 16-535.229-75). Коэффициент пропускания  $T(\lambda)$  вычисляется по формуле:

$$T(\lambda) = [S_1(\lambda) / S(\lambda)] \times 100\%,$$

где  $S(\lambda)$  – спектральное значение пропускания лампы КГМ 9-70 через оптическую систему прибора и свободные окна камеры;  $S_1(\lambda)$  – спектральное значение пропускания через покрытое стекло.

Действия по обработке спектра исследуемого образца производятся автоматически и заносятся в соответствующий файл. Контроллер использует

данные из файла для корректировки технологического процесса.

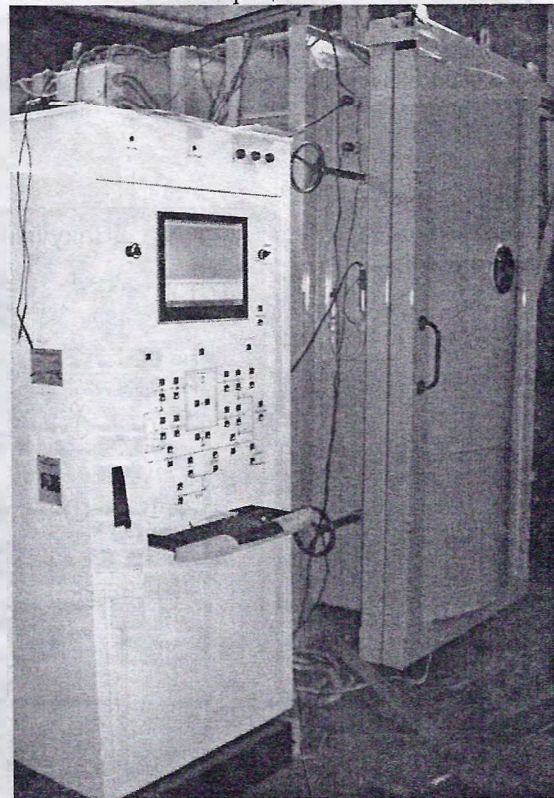


Рис.13. Установка VATT 1600x2400-ЭД. Вид спереди

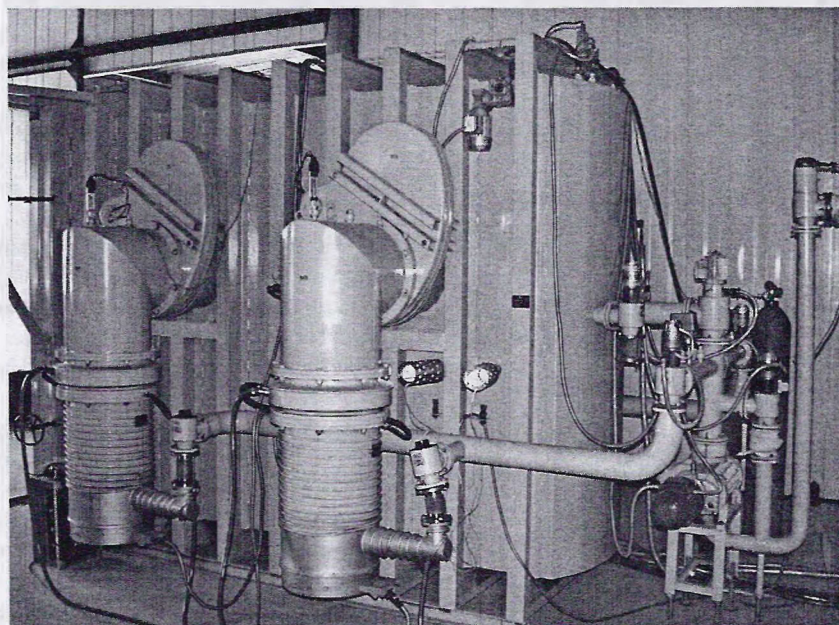


Рис.14. Установка VATT 1600x2400-ЭД. Вид сбоку



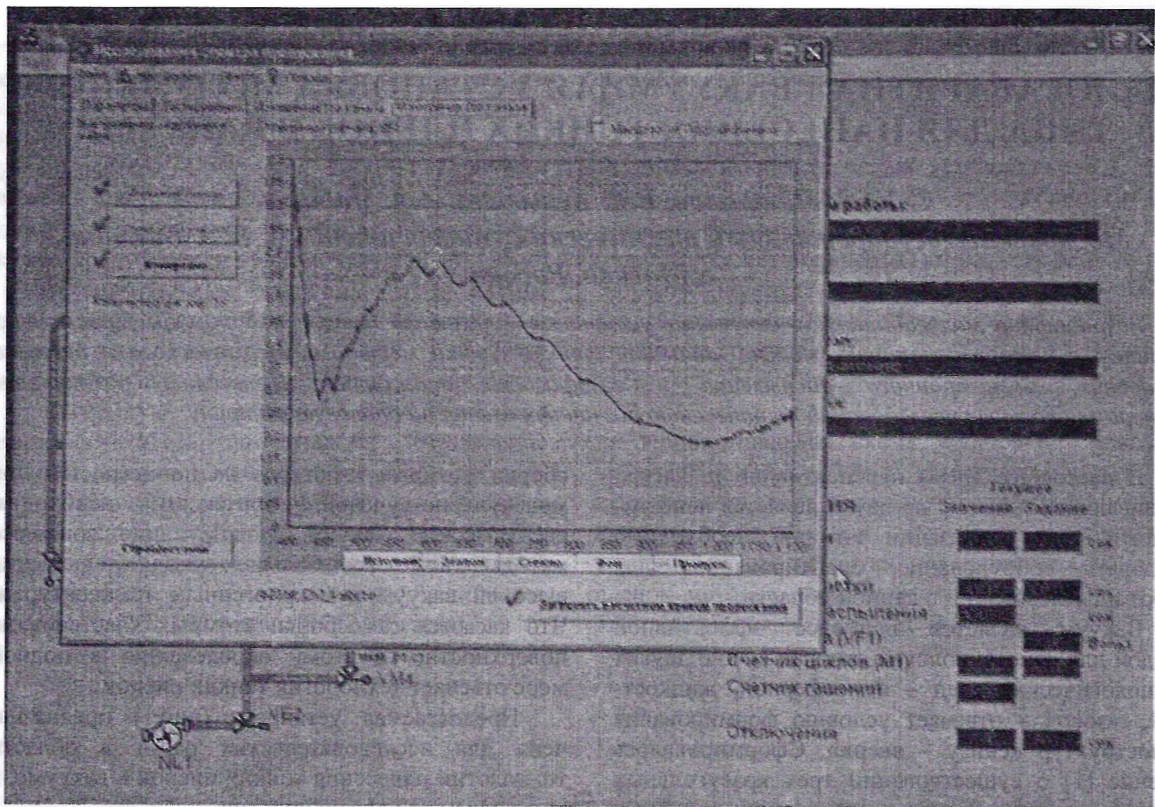


Рис.15. Вид спектра пропускания на мониторе

### ЛИТЕРАТУРА

1. Бикташев А.А., Желонкин О.В., Бурмистров А.В., Глинкин В.А.. Современные принципы конструирования вакуумных установок для нанесения покрытий на стекла больших форматов и критерии выбора оборудования // Сб докладов Международного научно-практического симпозиума «Функциональные покрытия на стеклах». Харьков, 2003, с.74-80.
2. Бикташев А.А., Желонкин О.В., Глинкин В.А., Ляпин А.П. Напылительные установки ЗАО «Ферри Ватт» // Труды Научно-технического семинара «Электровакуумная техника и технология». Т.3. М.: МГТУ им. Баумана, 2006, с.128-147.

### NEW GENERATION OF THE FERRY VATT VACUUM PLANTS

A.A.Biktashev, O.V. Zhelonkin, V.A.Glinkin,  
A.P.Lyapin  
Ferri Watt Ltd., Kazan, Russia

Last designs of adjustments of Company «Ferri Watt», automations differing by high level are presented. Valves and gates with the pneumatic drive use, electrical cables are allocated in special channels, above adjustment. The system of optical checking uses. For the first time the planar arc evaporation source in length of three meters with system a up-and-down motion of cathode spots is applied.