

*трибосопряжениях машин лесного комплекса. Показано, что при увеличении скорости скольжения трибосопряжений прямопропорционально увеличивается частота импульсов акустической эмиссии. При увеличении сближения поверхностей частота импульсов на начальном этапе увеличивается интенсивно и далее наступает момент насыщения.*

## **Abstract**

### **INFLUENCE OF SLIDING SPEED AND BINDING IN THE FRICTION UNITS ON PULSE FREQUENCY OF ACOUSTIC EMISSION**

Litovka S.V.

*A theoretical study of the pulse frequency of acoustic emission as a function of sliding speed and binding of surfaces in the friction units of machines of forest complex has been conducted. It is shown that an increase of the sliding speed of friction units has allowed to increase in direct proportion the pulse frequency of acoustic emission. With increasing binding of surface the pulse frequency initially increases rapidly and then comes a point of saturation.*

## **УДК 621.52**

### **АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВАКУУМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Автухов А.К., к.т.н., доцент, Саблина М.А., аспирант**

*(Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени П.Василенка)*

*В данной статье проведен анализ технологий деревообрабатывающей промышленности с применением вакуумного оборудования. Приведены рабочие характеристики и типы вакуумных насосов, а так же рассмотрены причины основных неисправностей и пути их устранения.*

**Введение.** Уже многие годы вакуумное оборудование используется в технологиях деревообработки.

Если говорить, например, о прижиге, транспортировке и ламинировании деталей, то без вакуумных насосов пластинчато-роторного и водокольцевого типа не обойтись.

Надежность прижима древесных деталей при их обработке должна быть велика. Для этого широко применяют сухие пластинчато-роторные насосы, обеспечивающих вакуум 150 мбар. Насосы предназначены для круглосуточной работы и очень просты в обслуживании.

Для процессов ламинирования и изготовления сэндвич-панелей применяют маслоуплотняемые пластинчато-роторные вакуумные насосы. Ламинирование деталей из дерева требует высокого качества и стабильности работы масляных насосов. Необходимое давление для данных процессов составляет от 20 до 80 мбар (зависит от процесса и его температуры).

**Анализ публикаций.** Важным фактором при повышении эффективности работы технологического оборудования является поддержание постоянства вакуумного режима. Даже незначительное нарушение режима работы вакуумных установок приводит к снижению качества продукции, повышению расхода электроэнергии и нарушению технологических процессов. Необходимость поддержания высокой технической готовности вакуумных насосов и установок, непродолжительный период резервного времени для восстановления работоспособности обуславливают повышенные требования к качеству ремонта вакуумных насосов, а также его специфике.

В работе (1) предлагается метод аналитического определения внутренней поверхности жидкостного кольца на основе взаимодействия потока рабочей жидкости и термодинамического потока газовой фракции. Получена математическая зависимость изменения рабочей газовой фазы по углу поворота рабочего колеса с учетом погружения лопаток рабочего колеса в жидкостное кольцо позволяет разработать более точные методики расчета для повышения эффективности жидкостно-кольцевых вакуумных насосов.

В работе (2) предложена модернизация конструкции вакуумного насоса пластинчатого типа при его ремонте, обеспечивающая повышение долговечности, стабилизацию вакуума и снижение затрат на привод. Разработана теоретическая модель повышения ресурса РВН за счет выбора материала рабочих поверхностей деталей, контактирующих друг с другом, и уменьшения скорости их относительного перемещения.

В работе (3) разработан метод оптимизации конструктивных параметров жидкостно-кольцевых вакуум-насосов, основывающийся на выборе функционала, обеспечивающего минимум удельной мощности жидкостно-кольцевых вакуум-насосов с учетом различных физических факторов.

В работе (4) предложены уточненная формула определения формы внутренней поверхности жидкостного кольца, усовершенствованные методики расчета действительной быстроты действия и эффективной мощности одноступенчатого ЖВН, что позволяет осуществлять проектирование новых и совершенствование существующих конструкций одноступенчатых ЖВН.

**Цель** – провести анализ использования вакуумных насосов в деревообработке и определить наиболее применяемые типы.

**Изложение основного материала.** Вакуумное (мембранное) прессование - технология, которая позволяет укутывать декоративной пленкой отдельные мебельные детали. Главное достоинство - возможность отделять сложные профилированные заготовки, такие, например, как мебельные дверцы (фасады) с заранее выфрезерованными декоративными углублениями. В вакуумном прессе нагретая ПВХ-пленка плотно облегает поверхность детали, точно повторяя ее

форму. Эта технология также позволяет с высоким качеством облицовывать детали натуральным шпоном. Фанерованная мебель ценится выше ламинированной, но требует более бережного отношения, поскольку по своим механическим свойствам шпон заметно уступает ламинату.

В вакуумных прессах используют три типа насосов: масляные пластинчатые роторные насосы, "сухие" пластинчато-роторные насосы, водокольцевые вакуумные насосы, иногда вакуумные насосы для "кондиционеров" холодильной техники, но последние не являются лучшим решением для прессования. Для вакуумных прессов с нагревом или "термовакuumных" прессов используют масляные насосы. Данный тип вакуумных насосов обеспечивает необходимый уровень прессования. Безмасляные насосы "сухие" встраивают в пресса без нагрева, обусловлено конструкцией насоса, сухой насос работает за счет трения и в процессе работы сильно нагревается, поэтому его не рекомендуют устанавливать на пресса с нагревом. Иногда с целью экономии в вакуумных прессах применяют водокольцевые вакуумные насосы.

Что же касается производительности, то часто предлагаются насосы завышенной производительности для прессов и довольно дорогостоящих. Однако для процесса прессования завышенная производительность не требуется. Самый популярный насос для встраивания в пресса PVR EM-40 на 40 м<sup>3</sup>/ч. Тем самым клиент переплачивает деньги за насос, той производительности, которая не требуется для пресса. Масляные вакуумные насосы производства P.V.R (Италия) лучший вариант для комплектации мембранного вакуумного пресса. Выгодная цена и достаточно производительности. Вакуумный насос EM40 (2/20мбар) используют на вакуумных прессах с размером стола 1400 на 2500 мм. Для вакуумных прессов с большим размером стола или с двумя рабочими столами рекомендовано использовать насосы серии EU 65 (0,5мбар) и 105. В некоторых случаях, когда размер стола 1000 мм на 2500 мм выгодно использовать насосы на меньшую производительность EM20, EM28 соответственно на 20 и 30 м<sup>3</sup>/час.

**Аспирационные системы.** Работа любого деревообрабатывающего станка сопровождается выделением большого количества древесных отходов (стружка, опилки, пыль), поэтому система аспирации - неременный атрибут деревообрабатывающих производств.

Вакуумная аспирационная система предназначена для удаления стружки, опилок, пыли, получаемых в процессе обработки древесины, бумаги, пластика, стройматериалов, а также для удаления отходов при производстве пластиковых окон и дверей и т. п., для очистки (фильтрации) загрязненного воздуха и возврата его в помещение (степень очистки 99%). Использование вакуумных систем аспирации позволяет сократить до 100% потери теплоэнергии, связанные с отказом от использования традиционной вытяжной вентиляции (типа циклон), путем замены полностью или частично. Кроме того, позволяет экономить до 40% электроэнергии за счет резкого сокращения затрат на приточную вентиляцию, подключения электродвигателя вакуумной системы к пусковой кнопке обслуживаемого станка (оборудования). В системах применяются вакуумные насосы роторно-пластинчатых типов охлаждаемых воздухом. Наличие прямого

привода и движущихся частей позволяет уменьшить потери энергии, изнашивание компонентов, снизить возможность дефектов и стоимость планового технического обслуживания. Например, насосы UV серии, применяемые в аспирационных системах, могут работать в разных климатических условиях, в том числе в условиях жаркого и(или) влажного климата. Минимальное остаточное давление ниже 1/0,5 мбар, диапазон рабочих давлений в пределах от 50 до 1000 мбар.

**Импregnация.** Защита древесины методом глубокой вакуумной пропитки — наиболее эффективный способ уберечь её от вредных и разрушающих воздействий на длительный срок. После глубокой вакуумной пропитки древесины современными антисептиками и антипиренами она уже не нуждается в защите на протяжении всего срока эксплуатации. Срок её службы возрастает во много раз.

Наиболее популярными и востребованными среди специалистов деревообработки и профессионалов по защите древесины являются автоклавные вакуумные установки, которые сочетают в себе высочайшее качество изготовления, широкий арсенал функциональных возможностей, простоту эксплуатации и приемлемую цену.

Вакуумные установки предназначены для глубокой пропитки древесины и пиломатериалов по технологии «вакуум-давление-вакуум». Технология пропитки «вакуум-давление-вакуум» является наиболее современной технологией защиты древесины основанной на глубоком проникновении в древесину защитных средств (антисептиков и антипиренов) на водной основе. Данная технология защиты является наиболее долговременной, при которой не требуется повторная защитная обработка деревянных изделий на протяжении всего срока эксплуатации. При пропитке обеспечивается защита 1-4 классах.

Выдержка древесины в вакууме на первом этапе способствует поглощению древесиной жидкости, так как из полостей удаляется воздух. Повторная выдержка в вакууме служит для подсушки поверхности сортиментов. Глубина вакуума составляет примерно 0,08 МПа, жидкостное давление - до 1,5 МПа. Общий цикл пропитки длится несколько часов и зависит от многих факторов.

Вакуум-насос применяемый в автоклавных установках создает пониженное давление (вакуум), которое необходимо:

- в пропиточном автоклаве в начале и конце процесса пропитки,
- в маневровом автоклаве и других резервуарах для засасывания в них жидкостей,
- в пропиточном и маневровом автоклавах для удаления паров воды при сушке древесины в пропитывающей жидкости под вакуумом.

В пропиточных установках большой производительности используют преимущественно ротационные водокольцевые вакуум-насосы РМК-3, РМК-4 и улучшенной конструкции ВВН-12. Глубина вакуума, создаваемого этими насосами, доходит до 0,09 МПа. На установках малой производительности устанавливают вакуум-насосы ВВН-1,5, ВВН-3, ВВН-6 (цифра, стоящая за буквами ВВН, характеризует производительность насоса, м<sup>3</sup>/мин).

**Вакуумная сушка древесины.** Существенным отличительным признаком вакуумно-импульсного способа сушки древесины от всех существующих является вакуумно-импульсное воздействие на продукт обработки за счет объемных соотношений сушильной и вакуумной камер с последующим углублением вакуума в сушильной камере вакуум-насосом, при котором удаление влаги из капилляров древесины до 70-80% происходит без фазового перехода (испарения).

Глубина вакуума зависит от давления пара воды и энергии связи влаги с материалом. В древесине вода в двух энергетических состояниях: свободная с теплотой испарения 2395,2 кДж/кг и связанная с теплотой испарения 27790,5 кДж/кг. А они в свою очередь зависят от температуры.

Давление пара воды связано с влажностью древесины и температурой древесины. В камере сушки, когда она не соединена с ресивером, давление создается только за счет пара воды из древесины и это пар будет только насыщенный при данной температуре.

для сушки хвойных пород древесины при удалении свободной влаги (конец импульсного вакуумирования) при температуре 80 градусов давление составит 350 мм. рт.ст.

При удалении связанной влаги при тех же температурах и влажности древесины 8-9% вакуум составит около 120 мм.рт. ст. Снижение давления в камере сушки и в ресивере ниже равновесного объясняется более высокой производительностью вакуумного насоса, т.е. откачкой пара влаги по сравнению с процессом диффузии и испарения влаги из древесины. Например, производительность ВВН-6 составляет при 350 мм. рт.ст. 5 м<sup>3</sup>/мин., а влаги испаряется 3 м<sup>3</sup>/мин. Особенно это заметно при удалении связанной влаги за счет возрастающей роли диффузии влаги в капиллярах древесины.

Минимальное давление в ресивере, но не в камере сушки, зависит от температуры ресивера, которая в свою очередь зависит от количества сконденсированной влаги и выделившейся теплоты конденсации и при 20 градусах не может быть меньше 20 мм. рт.ст. В реальности из-за более высокой температуры в ресивере на практике она составляет 70-80 мм.рт.ст.

Итак, из выше сказанного, что в деревообрабатывающей промышленности широкое применение нашли платинчато-роторные и водокольцевые вакуумные насосы.

При использовании пластинчато-роторных вакуумных насосов особое внимание уделяется чистоте откачиваемой среды. Основной причиной механических неисправностей следует считать попадание посторонних предметов, например, мелких осколков стекла, в рабочую камеру насоса. При этом на поверхности ребра и уплотняющих пластинах появляются раковины и царапины, которые приводят к разгерметизации камеры сжатия. Иногда причиной разгерметизации служит осмаливание рабочих поверхностей окисленным маслом.

Водокольцевые вакуумные насосы (ссылка) относятся к числу немногих безмасляных форвакуумных насосов. Они не требуют повторной фильтрации газа и не чувствительны к попаданию в них вместе с отсасываемым газом пыли, влаги,

песка и других примесей. Все это остается в жидкостном кольце, а из машины выходит очищенный газ. В то же время наличие постоянного движения жидкости не дает возможности частицам отлагаться внутри корпуса они выносятся из машины вместе с уходящей жидкостью.

Водокольцевые вакуумные насосы обеспечивают равномерное отсасывание и подачу сжимаемого газа. Они могут производить отсасывание газа и одновременно подавать его в емкость с давлением, большим атмосферного. Одним из существенных достоинств насоса является изотермичность процесса сжатия, являющаяся необходимой в целом ряде производств: при сжатии ацетилен, углекислого газа, хлора и других газов.

Если в отсасываемых газах имеется большое количество водяных паров, то при соприкосновении с жидкостью они конденсируются в машине, в результате чего растет ее производительность. Основным недостатком водокольцевых насосов является относительно низкий вакуум. В отечественных водокольцевых вакуумных насосах предельный вакуум при нулевой производительности составляет 90-95% (80-40 мм рт.ст.). В отдельных экземплярах достигается вакуум до 20 мм рт.ст., но это не является стабильным. Двухступенчатые насосы некоторых зарубежных фирм обеспечивают вакуум до 10 мм рт.ст.

**Вывод.** На основе проведенного анализа, можно сделать вывод, что деревообрабатывающая промышленность включает довольно широкий спектр технологических операций с применением вакуумного оборудования. Наиболее предпочтительными являются вакуумные установки на базе водокольцевых вакуумных насосов. Однако, ВВН имеют ряд недостатков связанных с большими энергозатратами на создание вакуума. Даже незначительное нарушение режима работы вакуумных установок приводит к снижению качества продукции, повышению расхода электроэнергии и нарушению технологических процессов.

Поэтому, в настоящее время возникает необходимость в разработке технологических параметров водокольцевых вакуумных насосов и правил их эксплуатации при использовании в деревообрабатывающей промышленности.

### Список литературы

1. Радионов Ю.В., Воробьев Ю.В., Никитин Д.В., Шлыкова И.В. Влияние конфигурации жидкостного кольца на рабочие параметры жидкостнокольцевого вакуумного насоса // Вестник ТГТУ Вып №1, том 12, 2006 – С. 129-136
2. Захарин, А. В. Повышение эффективности работы вакуумного насоса пластинчатого типа / А. В. Захарин // Техника в сельском хозяйстве. - 2011. - № 6. - С. 16-18
3. Воробьев Ю.В., Родионов Ю. В., Никитин Д.В. Оптимизация конструктивных параметров жидкостнокольцевых вакуум-насосов // Вестник ТГТУ Том 16 ,№2. 2010 – с.394-402

4. Никитин Д.В. Совершенствование конструкции и обеспечение заданных эксплуатационных характеристик жидкостнокольцевых вакуум-насосов // Автореф. Канд.техн.наук., спец.ВАК РФ 05.02.13 –

**Анотація**

**АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ВАКУУМНОГО ОБЛАДНАННЯ В  
ДЕРЕВООБРОБНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ**

Автухов А.К., Сабліна М.О., Жванко Д.

*В даній статті проведено аналіз технологій деревообробної промисловості із застосуванням вакуумного обладнання. Наведені робочі характеристики та типи вакуумних насосів, а також розглянуто причини основних несправностей та шляхи їх усунення.*

**Abstract**

**ANALYSIS OF THE USE OF A VACUUM EQUIPMENT IS IN  
WOODWORKING INDUSTRY**

Avtukhov A., Sablina M., Zhvanko D.

*In this article the analysis of technologies of woodworking industry is conducted with application of a vacuum equipment. The brought working descriptions over and types of vacuum pumps, and also reasons of basic disrepairs and ways of their removal are considered.*

**УДК 621.8**

**АНАЛІЗ НАВАНТАЖЕНОСТІ ТЕЛЕСКОПІЧНОЇ СТРИЛИ  
КРАНОВО-МАНІПУЛЯТОРНОЇ УСТАНОВКИ**

**Ярижко О.В., доцент, к.т.н., Татар В.В., магістр**

*(Харківський національний автомобільно-дорожній університет)*

*Для оцінки навантаженості елементів конструкції гідроманіпулятора розроблено тривимірну твердотільну модель і проведено комп'ютерне моделювання процесів роботи з використанням програми Autodesk Inventor Professional. Обґрунтовано вибір виду поперечного перерізу секцій телескопічної стріли та наведено результати аналізу їх напружено-деформованого стану.*

**Вступ.** Зростаючи об'єми та розширення спектру вантажів, що перевозяться машинами лесного комплексу неминуче ставлять перед перевізниками питання про необхідність наявності в парку автомобілів, оснащених краном-маніпулятором (КМУ) [1]. КМУ сьогодні з успіхом виконують не тільки