

INGINERIE AGRARĂ ȘI TRANSPORT AUTO

CZU 631.347.3

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕРНИЗАЦИИ ВЕНТИЛЯТОРНОГО УЗЛА САДОВО-ВИНОГРАДНЫХ ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ SLV

И. ХЭБЭШЕСКУ, В. СКИБИЦКИЙ, Б. КИКУ

Институт сельскохозяйственной техники ИТА "Mecagro"

Abstract. On the basis of experimental investigations it was established, that as a result of ventilator unit modernization of orchard and vineyard watering can SLV its aerodynamic characteristic is essentially improved. Due to the adjustable blades the productivity changes up to 17,5 m³/s and, accordingly, expenses a power up to 31 kW.

By the main parameters the ventilator unit does not coincide to the western samples and it is recommended for all orchard and vineyard watering cans such as SLV.

Key words: Air flow, Blade, Dynamic pressure, Frequency of rotation, Modernization, Orchard and vineyard sprayer, Power, Ventilator unit.

ВВЕДЕНИЕ

Вентиляторный узел это наиболее энергонасыщенная и специфичная часть конструкции садово-виноградных опрыскивателей, от которой во многом зависит качество и себестоимость защитного мероприятия. Главной функцией вентиляторного узла является направленное транспортирование капель воздушным потоком на обрабатываемый объект. Так как обрабатываемый объект может существенно отличаться по размеру кроны и плотности листовой поверхности в период вегетационного сезона, возникает необходимость в применении соответствующей подачи воздушного потока. В этом случае рационально используется мощность агрегируемого трактора, экономится топливо.

На современных европейских опрыскивателях широко используется регулировка производительности вентилятора не только за счёт двухступенчатого изменения частоты вращения, но и за счёт изменения угла установки лопастей. Проведенные ранее эксперименты подтвердили необходимость подобного решения (В.Скибицкий, Б.Кикку, 2005). С учётом этого, а также современных тенденций в использовании сложнопрофильных лопастей и лёгких конструкционных материалов для рабочего колеса, была проведена модернизация серийного вентиляторного узла садово-виноградного опрыскивателя SLV.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Опыты проводились с помощью серийного садово-виноградного опрыскивателя SLV-1500P, оснащённого модернизированным вентиляторным узлом, разработанным и изготовленным в ИТА "Mecagro". В качестве привода использовалось стендовое оборудование КИ-5540М-ГОСНИТИ. На рис. 1 представлено рабочее колесо вентиляторного узла до (а) и после (б) модернизации.

Для сравнительной оценки определялись основные показатели вентиляторного узла: динамическое давление, скорость воздушного потока, производительность, затраты мощности, в том числе удельные, а также весовая характеристика элементов конструкции рабочего колеса.

Замеры динамического напора осуществлялись при помощи пневмометрической трубки Пито и микроманометра ММН-240 на обрезе сопла с двух сторон опрыскивателя в 12 сечениях, расположенных с интервалом в 100 мм. В каждом сечении производилось 3 замера.

Скорость воздушного потока (V_i) в метрах в секунду в каждой i -й точке подсчитывалась по формуле:

$$V_i = \sqrt{\frac{2gH_i}{\gamma}}, \quad (1)$$

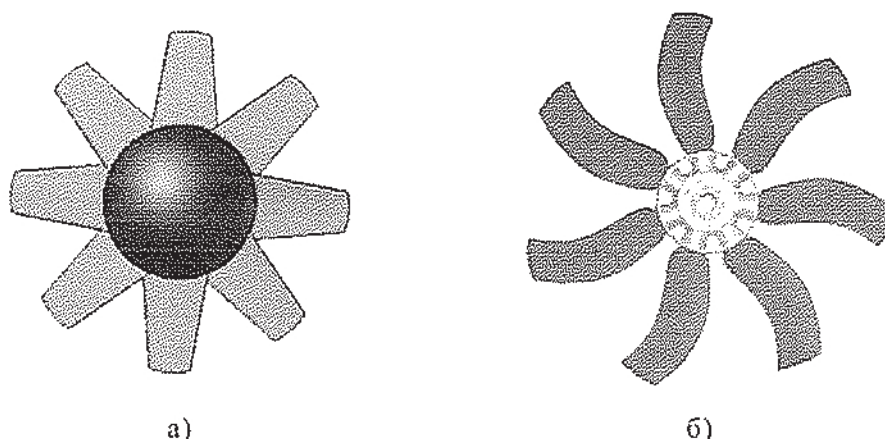


Рис. 1. Рабочее колесо вентиляторного узла опрыскивателя SLV: а- до модернизации; б – после модернизации.

где: g - ускорение силы тяжести, m/c^2 ;
 H_d - измеренный динамический напор, Па ;
 γ - удельный вес воздуха, Н/м

Средняя скорость воздушного потока (\bar{V}) определялась согласно выражению:

$$\bar{V} = \frac{\sum_{i=1}^m V_i}{m}, \quad (2)$$

где: m - число измерений в сечении сопла, шт.

Производительность вентилятора (Q) в кубических метрах в секунду подсчитывалась по формуле:

$$Q = F \cdot V, \quad (3)$$

где: F - площадь сечения сопла, m^2 .

Мощность для привода вентилятора (N) в киловаттах определялась с учётом следующей формулы:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9560}, \quad (4)$$

где: $M_{кр}$ - крутящий момент, Нм;

n - частота вращения рабочего колеса вентилятора, об/мин.

Крутящий момент регистрировался по шкале балансирного устройства, а частота вращения по индикатору испытательного стенда.

Для определения зависимости динамического давления и мощности привода от частоты вращения рабочего колеса вентилятора и угла установки лопастей был реализован двухфакторный эксперимент по плану Коно-2 (Э. Менчер, А. Земшман, 1986). Расчёт коэффициентов регрессии, дисперсионный анализ адекватности моделей, а также графическое построение проведены с помощью компьютерной программы "STATGRAPHICS Plus 5.1".

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Матрица планирования и результаты эксперимента приведены в таб. 1. В результате выполнения опытов, предусмотренных матрицей планирования, и после обработки экспериментальных данных получены математические модели, адекватно описывающие искомую зависимость в кодированном и натуральном масштабе.

Таблица 1

План Коно-2 и результаты его реализации

№ п/п	Матрица планирования				Динамич. давление, Па		Мощность, кВт		Удельная мощность, кВт·с/м ³	
	В кодирован. виде		В натуральном масштабе		\bar{P}	\hat{P}	\bar{N}	\hat{N}_{yo}	\bar{N}_{yo}	\hat{N}_{yo}
	X_1	X_2	$n, об/мин$	$\alpha, град.$						
1.	1	0	2160	30	1497	1487	24,6	25,2	1,59	1,6
2.	0	0	1922	30	1260	1225	20,7	20,1	1,39	1,38
3.	0	-1	1922	20	800	799	13,8	13,7	1,16	1,14
4.	1	-1	2160	20	992	1005	18,8	18,7	1,42	1,42
5.	0	1	1922	40	1367	1401	24,7	25,4	1,58	1,6
6.	-1	1	1684	40	1183	1152	22,1	21,9	1,53	1,52
7.	-1	0	1684	30	986	1030	16,6	16,6	1,25	1,24
8.	1	1	2160	40	1721	1717	31,0	30,5	1,77	1,75
9.	-1	-1	1684	20	671	657	10	10,2	0,92	0,93

В кодированном виде:

$$\hat{Y}_1 = 1242,56 + 228,33X_1 + 313,83X_2 + 7,67X_1^2 - 112,83X_2^2 + 54,25X_1 \cdot X_2, \quad (5)$$

$$\hat{Y}_2 = 20,11 + 4,28X_1 + 5,87X_2 + 0,78X_1^2 - 0,57X_2^2 + 0,02X_1 \cdot X_2, \quad (6)$$

$$\hat{Y}_3 = 1,38 + 0,18X_1 + 0,23X_2 + 0,37X_1^2 - 0,01X_2^2 - 0,06X_1 \cdot X_2. \quad (7)$$

В натуральном масштабе:

$$\hat{P} = 794,64 - 1,94n + 61,52\alpha + 0,00058n^2 - 1,25n\alpha + 0,023n \cdot \alpha, \quad (8)$$

$$\hat{N} = 14,51 - 0,035n + 0,91\alpha + 0,00001n^2 - 0,0057\alpha^2 + 0,00001n \cdot \alpha, \quad (9)$$

$$\hat{N}_{yo} = -0,061 - 0,00091n + 0,835\alpha + 6,473n^2 - 0,000\alpha^2 - 0,000027n \cdot \alpha. \quad (10)$$

и после сокращения незначимых коэффициентов регрессии (Ю.Адлер и др., 1976):

$$\hat{P} = -2628,27 + 0,959n + 185,33\alpha - 1,25\alpha^2, \quad (11) \quad \text{при } R^2 = 97\%$$

$$\hat{N} = -31,93 + 0,018n + 0,59\alpha, \quad (12) \quad \text{при } R^2 = 98\%$$

$$\hat{N}_{yo} = -2,32 + 0,001n + 0,075\alpha - 0,000027n \cdot \alpha, \quad (13) \quad \text{при } R^2 = 99\%.$$

Анализ уравнения регрессии (5) показывает, что на динамический напор, создаваемый модернизированным вентилятором, наибольшее влияние оказывает угол установки лопастей. При факторе X_2 коэффициент регрессии наибольший -313,83. Несколько меньше, но тоже существенное влияние оказывает и частота вращения, коэффициент регрессии при X_1 равен 228,33. Эту особенность можно проследить и на рис. 2. Наклон поверхности отклика более резко зависит от фактора X_2 чем от фактора X_1 . Приблизительно в таком же соотношении управляемые факторы влияют и на затраты мощности (уравнение 6) и, соответственно, на удельные затраты мощности (уравнение 7). Уравнения (11-13) могут быть использованы для подсчета основных показателей вентиляторного узла для конкретных значений частоты вращения рабочего колеса и угла установки его лопастей. Некоторые из этих значений приведены в таб. 2.

В результате модернизации вентиляторного узла были значительно улучшены его основные показатели. В частности, на 5 м³/с увеличилась максимальная производительность, которая достигла 17,5 м³/с. Появилась возможность широкодиапазонного регулирования подачи воздушного потока, что позволяет более точно подобрать экономичный режим работы агрегата в течение вегетационного периода насаждений. Кроме того, улучшились энергетические показатели, в частности на 25-43% уменьшились удельные затраты мощности на 1 м³ воздушного потока. Существенное преимущество модернизированного вентиляторного узла можно

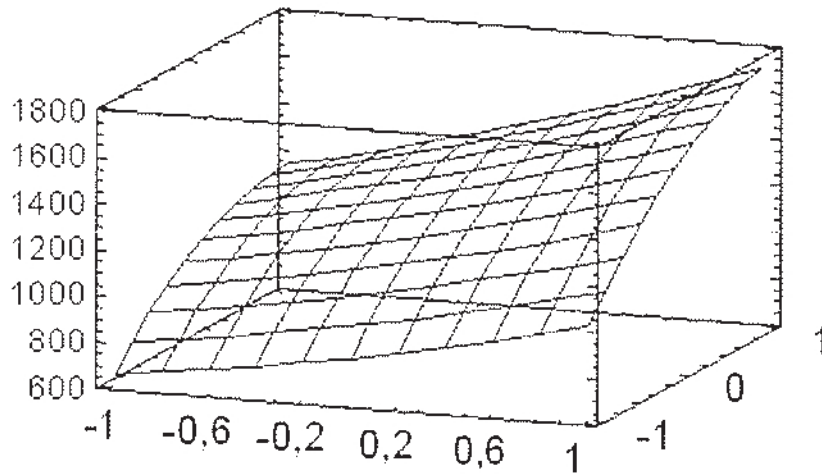


Рис. 2. Зависимость динамического давления от факторов X_1 и X_2

Таблица 2

Основные показатели модернизированного вентиляторного узла

Наименование показателей	Угол установки лопастей, град.					
	I передача			2 передача		
	20°	30°	40°	20°	30°	40°
1. Динамический напор, Па	761	986	1183	992	1497	1721
2. Скорость воздушного потока, м/с	32,9	39,8	43,7	40,0	49,1	52,7
3. Производительность, м ³ /с	10,9	13,2	14,4	13,2	16,3	17,5
4. Мощность, кВт	10	16,6	22,1	18,8	24,6	31,0
5. Удельные затраты мощности, кВт·с/м ³	0,92	1,25	1,53	1,42	1,51	1,77

проследить на гистограмме (рис. 3), которая приведена для установочного угла лопастей в 30° на второй передаче мультипликатора. Затраты мощности при этом режиме уменьшились на 8 кВт, а производительность увеличилась на 4 м³/с.

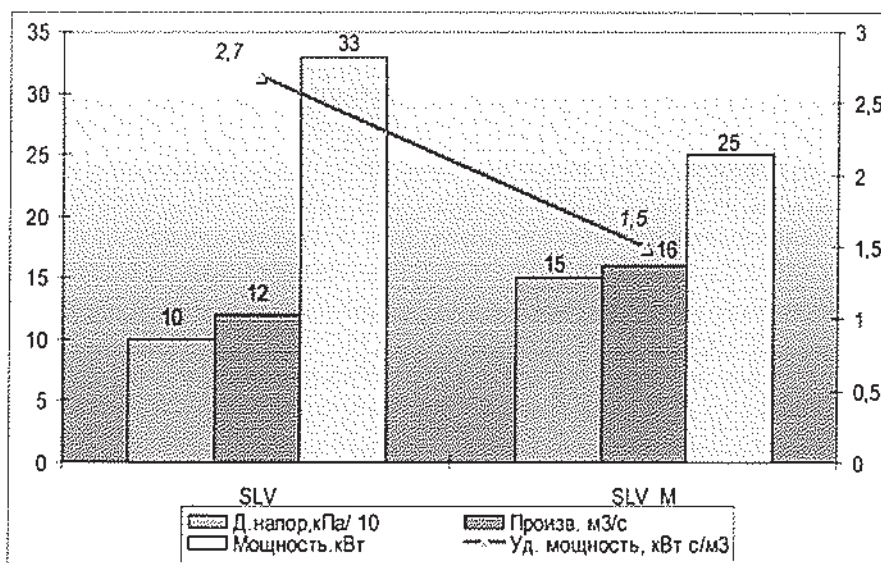


Рис. 3. Основные показатели вентиляторного узла SLV до и после модернизации (установочный угол - 30°, передача мультипликатора-2)

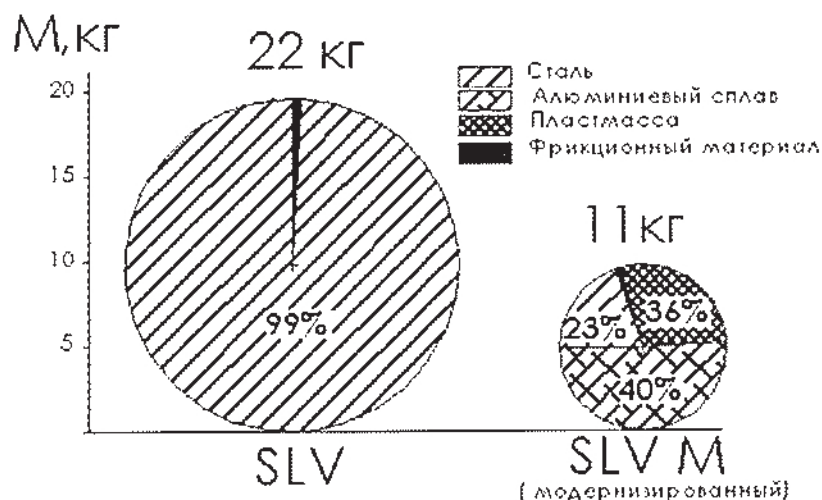


Рис. 4. Сравнительная диаграмма по весу и сортименту материалов рабочего колеса

Это преимущество достигнуто, в первую очередь, за счёт использования современных сложнопрофильных лопастей с установочным стержнем. Нельзя не учитывать и уменьшение диаметра втулки (ступицы) в 1,7 раза и использование не стальных, а более лёгких конструкционных материалов (сплава алюминия, полиэфирных смол, стекловолокна и др.), в результате вес рабочего колеса снизился в 2 раза (рис. 4). Такие показатели рабочего колеса вентилятора являются конкурентноспособными на европейском рынке.

ВЫВОДЫ

На основании экспериментальных исследований установлено, что в результате модернизации вентиляторного узла садово-виноградного опрыскивателя SLV существенно улучшена его аэродинамическая характеристика. За счёт изменения установочного угла лопастей производительность регулируется в пределах 17,5 м³/с и, соответственно, затраты мощности до 31 кВт.

По своим основным показателям вентиляторный узел не уступает западным образцам и рекомендуется для всех садово-виноградных опрыскивателей типа SLV.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адлер Ю.П., Маркова Е.Г., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М.: Наука, 1976, с.153.
2. Испытания сельскохозяйственной техники. Опрыскиватели, опыливатели, распылители энтомофагов, машины для приготовления и транспортировки рабочей жидкости. Программа и методы испытаний. РД 10 1-89. Утверждён 3 мая 1988 г., с.28.
3. Менчер Э.М., Земцман А.Я. Основы планирования эксперимента с элементами математической статистики в исследованиях по виноградарству. Кишинёв.: Штиинца, 1986, с.9.
4. Скибицкий В.А., Кикю Б.Б. Влияние управляемых параметров вентиляторного узла на характеристику воздушного потока опрыскивателя SLV-1500. Chişinău.: Lucrări științifice, Vol.14, 2005.

Data prezentării articolului – 06.09.2006