

ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ



УДК 631.431.73



Д.Н. Пирожков, Н.Н. Бережнов
D.N. Pirozhkov, N.N. Berezhnov

РАСЧЕТ РЕЗУЛЬТИРУЮЩЕЙ НАГРУЗКИ НА РЕЖУЩИЙ ДИСК ПК-10 «ТОМЬ»

THE RESULTING LOAD CALCULATION OF THE PK-10 "TOM" CUTTING WHEEL

Ключевые слова: сеялка, посевной комплекс, почва, посев, рабочий орган, сошник, режущий диск, сила, тяговое сопротивление, трактор.

Используя схожие конструктивные признаки рабочих органов существующих двухдисковых сеялок, по которым имеются обширные экспериментальные данные, касающиеся тяговых сопротивлений, величин нарастания тягового сопротивления в зависимости от скорости на различных типах почв и в разных агроклиматических условиях, были определены возможные значения приведенного удельного тягового сопротивления и граничные значения диапазона изменения среднего тягового сопротивления машинно-тракторного агрегата с посевным комплексом ПК-10 «Томь». С учетом тех же допущений определен диапазон рабочего сопротивления двухдискового сошника ПК-10 «Томь». Приведена схема посевного комплекса ПК-10 «Томь». Описаны процесс работы и функции рабочих органов агрегата при выполнении посева. Составлена схема действия сил на режущий диск посевного комплекса. Из найденных сил сопротивления сошникам, известном тяговом усилии на крюке трактора, а также вертикальных составляющих в виде массы посевного агрегата и балластных масс, определяются силы, действующие только на режущий диск посевного комплекса ПК-10 «Томь».

Keywords: seeder, sowing machine, soil, sowing, working tool, drill opener, cutting wheel, force, draught, tractor.

Using similar design features of the existing two-disc seeders working tools for which there are extensive experimental data regarding draught, the values of the increase in draught depending on speed on different types of soils and in different agro-climatic conditions, the possible values of the reduced specific draught and boundary values range of average draught variation the of the machine-tractor unit with the PK-10 "Tom" sowing machine were determined. Taking into account the same assumptions, the operating resistance range of the PK-10 "Tom" double-disc drill opener was determined. The scheme of the PK-10 "Tom" sowing machine is attached. The sowing working process and functions of the sowing machine working tools are described. The force diagram on the cutting wheel of the sowing machine has been drawn. The forces acting only on the cutting wheel of the PK-10 "Tom" sowing machine are determined from the found resistance forces to the openers, the known draught on the tractor hook, vertical components of forces such as the seeding unit mass and ballast mass.

Пирожков Дмитрий Николаевич, д.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет», г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: mms.asau@yandex.ru.

Бережнов Николай Николаевич, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия», г. Кемерово, Российская Федерация, e-mail: n.berezhnov@mail.ru.

Pirozhkov Dmitry Nikolayevich, Dr. Tech. Sci., Assoc. Prof., Dean, Engineering Dept., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: mms.asau@yandex.ru.

Berezhnov Nikolay Nikolayevich, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Kuzbass State Agricultural Academy, Kemerovo, Russian Federation, e-mail: toapk@ksai.ru.

Введение

Качественное выполнение агротехнических требований, от которых в немалой степени зависит урожайность сельскохозяйственных культур, предъявляет к сельскохозяйственным машинам, используемым в растениеводческой отрасли, достаточно жесткие требования по отклонениям от заданных параметров технологических операций. Это обстоятельство необходимо учитывать еще на стадии проектирования сельскохозяйственной техники, так как оно зачастую входит в техническое задание на проектирование. Конструкция сельскохозяйственной машины должна быть такой, чтобы заданные агротехнические требования обеспечивались в полной мере. Их выполнение зависит не только от конструктивных особенностей машины, но и от наличия или отсутствия, величины, точек приложения, направления сил, действующих на рабочие органы. Данная работа показывает на примере посевного комплекса ПК-10 «Томь» возможность определения сил, действующих на режущий диск комплекса, устанавливаемый перед сошником для разрезания стерни и образования ровных стенок борозды, в которую производит посев семян.

Цель – определить величину и направление результирующей силы, действующей на режущий диск посевного комплекса ПК-10 «Томь».

Объекты и методы

1. Расчет диапазона тягового сопротивления ПК-10 «Томь». Возможные значения приведенного удельного тягового сопротивления с.-х. машины при работе на поле в конкретных почвенно-климатических условиях, ограничиваются допустимыми (толерантными) пределами [1]

$$k_{0 \min} = M(k_0)[1 - v(k_0)t_{\alpha 1}]; \quad (1)$$

$$k_{0 \max} = M(k_0)[1 + v(k_0)t_{\alpha 2}], \quad (2)$$

где $M(k_0)$ – среднее удельное тягового сопротивления с.-х. машины, приведенное к постоянной скорости $V_0 = 5$ км/ч (1,39 м/с), кН/м ($M(k_0) = 3,18$ кН/м) [2];

$v(k_0)$ – коэффициент вариации среднего приведенного удельного тягового сопротивления с.-х. машины ($v(k_0) = 0,114$) [2];

$t_{\alpha 1}, t_{\alpha 2}$ – отклонение от $M(k_0)$, выраженное в средних квадратических отклонениях $\sigma(k_0)$ при заданной доверительной вероятности α и доле признака Δ . (при $\alpha=0,95$ и доле признака $\Delta=0,05 - t_{\alpha 1} = t_{\alpha 2} = 1,96$ [3])

$$k_{0 \min} = 3,18 \cdot [1 - 0,114 \cdot 1,96] = 2,47 \text{ кН/м};$$

$$k_{0 \max} = 3,18 \cdot [1 + 0,114 \cdot 1,96] = 3,89 \frac{\text{кН}}{\text{м}}.$$

С учетом нижнего и верхнего граничных значений диапазона изменения среднего удельного приведенного тягового сопротивления агрегата k_0 по формулам (1) и (2), определяем действительное тяговое сопротивление P при минимальной и максимальной рабочей скорости в соответствии с требованиями агротехники по формулам (3) и (4).

Граничные значения диапазона изменения среднего тягового сопротивления агрегата определяются по формуле, кН [1]

$$P_{\min} = k_{0 \min} [1 + \varepsilon_0 ([V_p]_{\min}^2 - V_0^2)] B; \quad (3)$$

$$P_{\max} = k_{0 \max} [1 + \varepsilon_0 ([V_p]_{\max}^2 - V_0^2)] B, \quad (4)$$

где $k_{0 \min}, k_{0 \max}$ – соответственно, нижнее и верхнее граничные значения диапазона изменения среднего удельного приведенного тягового сопротивления агрегата, кН/м;

ε_0 – темп нарастания удельного сопротивления машины, с увеличением рабочей скорости (коэффициент пропорциональности) ($\varepsilon_0 = 0,016 \text{ с}^2/\text{м}^2$) [2];

$[V_p]_{\min}, [V_p]_{\max}$ – соответственно минимальная и максимальная рабочая скорость движения агрегата, в соответствии с установленными требованиями агротехники, м/с ($[V_p] = 8-12$ км/ч (2,22-3,33 м/с)) [4];

B – рабочая ширина захвата агрегата, м ($B = 10,6$ м [4]).

$$P_{\min} = 2,47 \cdot [1 + 0,016 \cdot (2,22^2 - 1,39^2)] \cdot 10,6 = 27,44 \text{ кН}$$

$$P_{max} = 3,89 \cdot [1 + 0,016 \cdot (3,33^2 - 1,39^2)] \cdot 10,6 = 47,27 \text{ кН}$$

2. Расчет диапазона рабочего сопротивления двухдискового сошника. Для определения рабочего тягового сопротивления сошников ПК «Томь» используем данные по динамометрированию зернотуковой прессовой сеялки СЗП-3,6А [5], поскольку рабочий орган данной сеялки конструктивно схож с рабочим органом ПК «Томь» – двухдисковый сошник с прикатывающим катком.

Приведенное значение тягового сопротивления сеялки, кН [1]

$$P_0 = Bk_0, \quad (5)$$

где B – рабочая ширина захвата, м ($B = 3,6$ м [6]);

k_0 – удельное тягового сопротивления с.-х. машины, приведенное к постоянной скорости $V_0 = 5$ км/ч (1,39 м/с), кН/м (для СЗП-3,6А – $k_0 = 1,5$ кН/м [5]).

$$P_0 = 3,6 \cdot 1,5 = 5,4 \text{ кН}$$

Общее приведенное тяговое сопротивление рабочих органов сеялки, кН

$$R_0 = P_0 - P_f, \quad (6)$$

где P_f – сила сопротивления на качение колес сеялки (холостое сопротивление с.-х. машины), кН [7].

$$P_f = fG_M, \quad (7)$$

где G_M – вес сеялки, кН ($G_M = 15,35$ кН [6]);

f – коэффициент сопротивления качению опорных колес сеялки (для стерни зерновых – $f = 0,10$ [8, 9]).

$$P_f = 0,1 \cdot 15,35 = 1,535 \text{ кН.}$$

Общее приведенное сопротивление рабочих органов сеялки

$$R_0 = 5,4 - 1,535 = 3,865 \text{ кН.}$$

Приведенное тяговое сопротивление на один сошник сеялки, Н

$$R_{0(c)} = \frac{R_0}{n_c}, \quad (8)$$

где n_c – количество сошников (для СЗП-3,6А – $n_c = 24$).

$$R_{0(c)} = \frac{3865}{24} = 161 \text{ Н.}$$

Определяем границы диапазона рабочего тягового сопротивления на один сошник при работе ПК «Томь» в пределах, допустимых по агротехнике рабочих скоростей $[V_p]$, Н [9]

$$R_c = R_{0(c)} [1 + \varepsilon_0 (V_p^2 - V_0^2)], \quad (9)$$

где V_p – рабочая скорость движения агрегата, м/с ($[V_p] = 8-12$ км/ч) [4];

ε_0 – темп нарастания удельного сопротивления машины, с увеличением рабочей скорости (коэффициент пропорциональности) (для СЗП-3,6А – $\varepsilon_0 = 0,018$ с²/м² [5]).

при $[V_p]_{min} = 8$ км/ч (2,22 м/с)

$$R_{c min} = 161 \cdot [1 + 0,018(2,22^2 - 1,39^2)] = 169 \text{ Н,}$$

при $[V_p]_{max} = 12$ км/ч (3,33 м/с)

$$R_{c max} = 161 \cdot [1 + 0,018(3,33^2 - 1,39^2)] = 188 \text{ Н.}$$

3. Расчет усилия, действующего на режущий диск. Для определения сил, действующих на какое-либо твердое тело, вне зависимости от того, частью какой машины или механизма это тело является или в какой среде находится, используются методы теоретической механики, как это было показано нами ранее [10-14]. Для определения результирующей нагрузки R , действующей на режущий диск, необходимо определить ее вертикальную G и горизонтальную F составляющие (рис. 1).

Для определения указанных сил необходимо пояснить принцип работы посевного комплекса, в части воздействия его рабочих органов на почву, и принять некоторые допущения.

При выполнении операции посева масса комплекса воздействует на почву посредством опорных колес 1, дисковых сошников 2, режущих дисков 3 (рис. 1). Что касается сошников 2, то они крепятся к раме посредством шарнирных опор (параллелограммного механизма), которые не передают вес рамы и балластных грузов на почву через сошники. Сошники, при формировании борозды, воздействуют на почву своим собственным весом. Опорные колеса 1 имеют возможность вертикального перемещения, что дает возможность регулировать глубину посева (глубину проникновения в почву режущих дисков 3). В процессе работы опорные колеса не дают возможности заглубляться режущим дискам более, чем на выставленную глубину, воспринимая на себя избыточный для заглубления этих рабочих органов вес рамы и балластных грузов. В те моменты, будем называть их критическими, когда происходит заглубление режущих дисков и сошников в почву, вследствие поднятия опорных колес, либо при встрече режущих дисков с уплотненными участками почвы, когда они пытаются выглубиться из нее, можно считать, что весь вес рамы и балластных грузов воспринимается только режущими дисками 3.

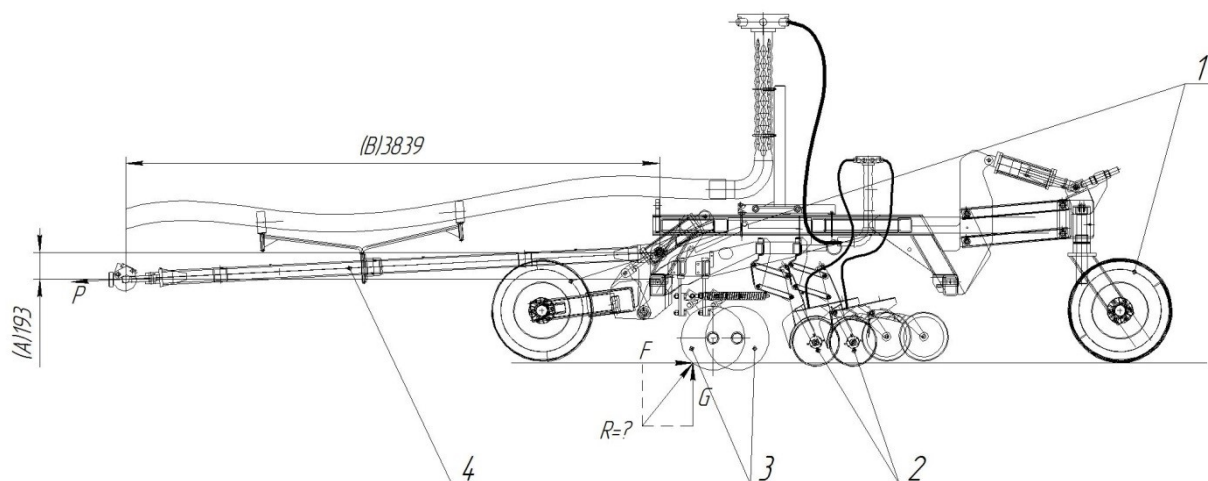


Рис. 1. Схема к расчету усилия на режущем диске ПК «Томь»:
 1 – опорные колеса, 2 – двухдисковые сошники, 3 – режущие диски,
 4 – дышло рамы посевного комплекса

Примем, что вся нагрузка, действующая в критические моменты, распределяется между режущими дисками равномерно. Тогда вертикальная составляющая G будет определяться по формуле, Н

$$G = \frac{(m_p + m_{гр})g + P_v}{n_d}, \quad (10)$$

где $m_p, m_{гр}$ – масса, соответственно, рамы посевного комплекса ПК-10 «Томь» и балластных грузов, кг ($m_p = 8500$ кг, $m_{гр} = 2720$ кг [4]);

g – ускорение свободного падения, м/с²;

P_v – вертикальная составляющая силы тяги трактора, Н;

n_d – количество режущих дисков, шт. ($n_d = 55$) [4].

Вертикальная составляющая силы тяги трактора P_v возникает в результате того, что дышло 4 (см. рис 3.1) имеет некоторый наклон вниз под углом α , а крепление дышла к раме осуществляется посредством шарниров, т.е. сила тяги трактора P , согласно правилам теоретической механики [15], воздействует на раму комплекса вдоль дышла, вследствие наклона которого может быть разложена на вертикальную P_v и горизонтальную P_r составляющие.

Угол наклона дышла к горизонту α , как и угол приложения силы тяги трактора, определим согласно рисунку 3.1 по формуле, град.

$$\alpha = \arctg \frac{A}{B}, \quad (11)$$

$$\alpha = \arctg \frac{193}{3893} = 2,88^\circ.$$

Тогда вертикальная составляющая силы тяги, Н

$$P_v = P \sin \alpha. \quad (12)$$

Горизонтальная составляющая силы тяги, Н

$$P_r = P \cos \alpha. \quad (13)$$

Найдем вертикальную и горизонтальную составляющие силы тяги при максимальном и минимальном тяговом усилии, полученном по результату расчета в п.1

- вертикальная составляющая

$$P_{v \min} = 27440 \cdot \sin 2,88^\circ = 1379 \text{ Н},$$

$$P_{v \max} = 47270 \cdot \sin 2,88^\circ = 2375 \text{ Н};$$

- горизонтальная составляющая

$$P_{r \min} = 27440 \cdot \cos 2,88^\circ = 27405 \text{ Н},$$

$$P_{r \max} = 47270 \cdot \cos 2,88^\circ = 47210 \text{ Н}.$$

Тогда вертикальная составляющая (3.1) результирующей нагрузки на режущий диск при минимальной и максимальной силе тяги трактора будет иметь значение:

$$G_{\min} = \frac{(8500 + 2720) \cdot 9,81 + 1379}{55} = 2026 \text{ Н},$$

$$G_{\max} = \frac{(8500 + 2720) \cdot 9,81 + 2375}{55} = 2044 \text{ Н}.$$

При работе посевного комплекса сила тяги трактора затрачивается на преодоление сил сопротивления, создаваемых опорными колесами 1, дисковыми сошниками 2 и режущими дисками 3 (рис. 1).

Для определения горизонтальной составляющей F результирующей нагрузки на режущий диск R необходимо найти ту часть силы тяги трактора, которая затрачивается только на сопротивление, создаваемое режущими дисками.

Это можно сделать путем исключения из силы тяги трактора сил сопротивления опорных колес и дисковых сошников.

Диапазон рабочего сопротивления двухдискового сошника с прикатывающим катком рассчитан в п. 2.

Горизонтальная составляющая F силы сопротивления режущим дискам для всего комплекса определяется по формуле, Н

$$F_k = P_T - R_c n_c, \quad (14)$$

где P_T – горизонтальная составляющая силы тяги, Н. Определяется по формуле (13);

R_c – рабочее тяговое сопротивление одного сошника ПК «Томь», Н. Определяется по формуле (9).

n_c – количество сошников, шт. (для ПК-10 «Томь» – $n_c = 55$ [4]).

Найдем минимальную и максимальную горизонтальную составляющую силы сопротивления режущим дискам всего комплекса

$$F_{k \min} = 27405 - 169 \cdot 55 = 18110 \text{ Н},$$

$$F_{k \max} = 47210 - 188 \cdot 55 = 36870 \text{ Н}.$$

Тогда горизонтальная составляющая F силы сопротивления одного режущего диска будет определяться по формуле, Н

$$F = \frac{F_k}{n_d}, \quad (15)$$

Определяем минимальное и максимальное значения составляющей силы сопротивления одного режущего диска

$$F_{\min} = \frac{18110}{55} = 329 \text{ Н},$$

$$F_{\max} = \frac{36870}{55} = 670 \text{ Н}.$$

Результирующее усилие R на один режущий диск согласно расчетной схеме (рис. 1) определяется по формуле, Н

$$R = \sqrt{G^2 + F^2}. \quad (16)$$

Найдем минимальное и максимальное значения результирующего усилия R на один режущий диск ПК-10 «Томь»

$$R_{\min} = \sqrt{2026^2 + 329^2} = 2053 \text{ Н},$$

$$R_{\max} = \sqrt{2044^2 + 670^2} = 2151 \text{ Н}.$$

Заключение

При работе посевного комплекса ПК-10 «Томь» в диапазоне рекомендованных агротехникой рабочих скоростей 8-12 км/ч (в среднем 10 км/ч) на среднесуглинистых черноземах [16] его тяговое сопротивление изменяется в пределах от 27,44 до 47,27 кН, что соответствует тя-

говому диапазону трактора тягового класса 50 кН, рекомендованного к агрегатированию с данной моделью посевного комплекса.

Расчетный диапазон изменения тягового сопротивления, с учетом весовых характеристик посевного комплекса ПК-10 «Томь» в его стандартной комплектации (двухдисковый сошник с прикатывающим катком, ширина междурядья 190 мм) и с учетом возможных дополнительных опций (балластные грузы), обеспечивает результирующую нагрузку на режущий диск в пределах 2053-2151 Н (205,3-215,1 кг).

Библиографический список

1. Основы расчета параметров и режимов работы машинно-тракторных агрегатов: учебное пособие / составитель В. С. Красовских. – Новосибирск, 1982. – 55 с. – Текст: непосредственный.
2. Беляев, В. И. Обоснование параметров и режимов работы перспективных почвообрабатывающих посевных агрегатов / В. И. Беляев, А. А. Зуборев, Ю. О. Татарников. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2004. – № 2 (14). – С. 137-139.
3. Вентцель, Е. С. Теория вероятностей. – Москва: Наука, 1969. – 576 с. – Текст: непосредственный.
4. Посевной комплекс «Томь». – Текст: электронный // ООО «Агро»: [сайт]. – URL: <https://agrokem.ru/posevnoj-kompleks-tom/> (дата обращения: 08.06.2020 г.).
5. Беляев, В. И. Тяговые испытания и агротехническая оценка посевных машин при различных скоростных режимах работы / В. И. Беляев, И. И. Бауэр, Ю. С. Зыга. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2008. – № 3 (14). – С. 50-54.
6. Сеялка СЗП-3,6. – Текст: электронный // Сельхозтехник: каталог техники: [сайт]. – URL: <https://selhoztechnik.com/seyalka-szp-3-6#tehnicheskie-harakteristiki-seyalki-szp-3.6> (дата обращения: 09.06.2020 г.).
7. Чудаков, Д. А. Основы теории и расчета трактора и автомобиля / Д. А. Чудаков. – Москва: Колос, 1972. – 384 с. – Текст: непосредственный.
8. Зангиев, А. А. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка / А. А. Зангиев.

ев, Г. П. Лышко, А. Н. Скороходов. – Москва: Колос, 1996. – 320 с. – Текст: непосредственный.

9. Иофинов, С. А. Справочник по эксплуатации машинно-тракторного парка / С. А. Иофинов, Ю. А. Зуев, Э. П. Бабенко. – Москва: ВО Агропромиздат, 1985. – 272 с. – Текст: непосредственный.

10. Пирожков, Д. Н. Определение конструктивных параметров вибрационного дозатора / Д. Н. Пирожков. – Текст: непосредственный // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2009. – № 7 (199). – С. 77-83.

11. Пирожков, Д. Н. Расчет элементов вибрационного привода / Д. Н. Пирожков. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2009. – № 8 (58). – С. 73-78.

12. Федоренко, И. Я. Вибрируемый зернистый слой в сельскохозяйственной технологии / И. Я. Федоренко, Д. Н. Пирожков. – Барнаул: Азбука, 2006. – 166 с. – Текст: непосредственный.

13. Федоренко, И. Я. Факторы, действующие на частицу в виброожиженном слое / И. Я. Федоренко, Д. Н. Пирожков. – Текст: непосредственный // Материалы XLII научно-технической конференции ЧГАУ. – Челябинск, 2003. – Ч. 3. – С. 155-159.

14. Федоренко, И. Я. Движение частицы сыпучего материала под воздействием вибраций / И. Я. Федоренко, Д. Н. Пирожков. – Текст: непосредственный // Труды XXXII Уральского семинара по механике и процессам управления. – Екатеринбург, 2002. – С. 212-214.

15. Яблонский, А.А. Курс теоретической механики: статика, кинематика, динамика: учебное пособие для вузов / А. А. Яблонский, В. М. Никифорова. – 15-е изд., стер. – Москва: КНОРУС, 2010. – 608 с. – Текст: непосредственный.

16. Почвенная карта Кемеровской области. – Текст: электронный // Ресурсная карта Кемеровской области: [сайт]. – URL: <http://r42.ru/attaches/1451/land.jpg> (дата обращения: 01.06.2020 г.).

References

1. Osnovy rascheta parametrov i rezhimov raboty mashinno-traktornykh agregatov: uchebnoe posobie / sost. V.S. Krasovskikh. – Novosibirsk, 1982. – 55 s.

2. Belyaev, V.I. Obosnovanie parametrov i rezhimov raboty perspektivnykh pochvo-obrabatyvayushchikh posevnykh agregatov /

V.I. Belyaev, A.A. Zuborev, Yu.O. Tatarnikov // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2004. – No. 2 (14). – S.137-139.

3. Venttsel, E.S. Teoriya veroyatnostey. – Moskva: Nauka, 1969. – 576 s.

4. Posevnoy kompleks «Tom» [Elektronnyy resurs] // ООО «Агро» [сайт]. – Rezhim dostupa: <https://agrokem.ru/posevoj-kompleks-tom/> (data obrashcheniya 08.06.2020 g.).

5. Belyaev, V.I. Tyagovye ispytaniya i agrotekhnicheskaya otsenka posevnykh mashin pri razlichnykh skorostnykh rezhimakh raboty / V.I. Belyaev, I.I. Bauer, Yu.S. Zyga // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2008. – No. 3 (14). – S.50-54.

6. Seyalka SZP-3,6 [Elektronnyy resurs] // Selkhoztekhnik: katalog tekhniki [сайт]. – Rezhim dostupa: <https://selkhoztehnika.com/sejalka-szp-3-6#tehnicheskie-harakteristiki-sejalki-szp-3.6> (data obrashcheniya 09.06.2020 g.).

7. Chudakov, D.A. Osnovy teorii i rascheta traktora i avtomobilya. – Moskva: Kolos, 1972. – 384 s.

8. Zangiev, A.A. Proizvodstvennaya ekspluatatsiya mashinno-traktornogo parka / A.A. Zangiev, G.P. Lyshko, A.N. Skorokhodov. – Moskva: Kolos, 1996. – 320 s.

9. Iofinov, S.A. Spravochnik po ekspluatatsii mashinno-traktornogo parka / S.A. Iofinov, Yu.A. Zuev, E.P. Babenko. – Moskva: VO Agropromizdat, 1985. – 272 s.

10. Pirozhkov, D.N. Opredelenie konstruktivnykh parametrov vibratsionnogo dozatora / D.N. Pirozhkov // Sibirskiy vestnik selskokhozyaystvennoy nauki. – 2009. – No. 7 (199). – S. 77-83.

11. Pirozhkov, D.N. Raschet elementov vibratsionnogo privoda / D.N. Pirozhkov // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2009. – No. 8 (58). – S. 73-78.

12. Fedorenko, I.Ya. Vibriruemyy zernistyiy sloy v selskokhozyaystvennoy tekhnologii / I.Ya. Fedorenko, D.N. Pirozhkov. – Barnaul: Azbuka, 2006. – 166 s.

13. Fedorenko, I.Ya. Faktory, deystvuyushchie na chastitsu v vibroozhizhenom sloe / I.Ya. Fedorenko, D.N. Pirozhkov // Materialy XLII nauch.-tekhn. konf. ChGAU. – Chelyabinsk, 2003. – Ch. 3. – S. 155-159.

14. Fedorenko, I.Ya. Dvizhenie chastitsy sypuchoy materiala pod vozdeystviem vibratsiy / I.Ya. Fedorenko, D.N. Pirozhkov // Tr. KhKhKhII

Uralskogo seminaru po mekhanike i protsessam upravleniya, Ekaterinburg. – 2002. – S. 212-214.

15. Yablonskiy, A.A. Kurs teoreticheskoy mekhaniki: statika, kinematika, dinamika: uchebnoe posobie dlya vuzov / A.A. Yablonskiy, V.M. Nikiforova. – 15-e izd., ster. – Moskva: KNORUS, 2010. – 608 s.

16. Pochvennaya karta Kemerovskoy oblasti [Elektronnyy resurs] // Resursnaya karta Kemerovskoy oblasti [sayt]. – Rezhim dostupa: <http://r42.ru/attaches/1451/land.jpg> (data obrashcheniya 01.06.2020 g.).



УДК631.22:628.8

В.В. Садов, И.Я. Федоренко, Н.И. Капустин, И.Ю. Александров
V.V. Sadov, I.Ya. Fedorenko, N.I. Kapustin, I.Yu. Aleksandrov

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРИТОЧНО-ВЫТЯЖНЫХ УСТРОЙСТВ СИСТЕМЫ ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

THE CALCULATION PROCEDURE OF THE EFFICIENCY OF SUPPLY AND EXHAUST DEVICES OF NATURAL VENTILATION SYSTEM OF LIVESTOCK HOUSES

Ключевые слова: вентиляция естественная, приточные и вытяжные устройства, помещения животноводческие, номограмма.

В настоящее время в животноводстве идет внедрение эффективных зарубежных технологий и оборудования. Вместе с тем недопустим простой перенос проектов зданий и систем обеспечения микроклимата, так как они не рассчитаны на климатические условия Сибири. Адаптация проектов к конкретной природно-климатической зоне позволит снизить энергозатраты на создание микроклимата во всех типах животноводческих помещений, а для помещений КРС решить проблему вентиляции без энергозатрат. Разработки Алтайского ГАУ по системам естественной вентиляции учитывают климатические особенности Сибири, современные конструкционные материалы (как при модернизации классических вентиляционных устройств, так и создании новых). Для быстроты и удобства определения суммарной площади сечения вентиляционных устройств на этапе проектирования, а также определения их производительности на этапе эксплуатации, разработана номограмма на основе расчета с корректировкой по результатам собственных исследований. Номограмма не учитывает влияния на производительность шахт скорости ветра. В этом и нет необходимости, так как в Алтайском крае снижение температуры наружного воздуха сопровождается снижением скорости ветра. Номограмма также позволяет провести проверку площади живого сечения воздуховыпускных отверстий вентиляционно – световых фонарей. Не всегда уделяется должного внимания четкому исполнению приточных и вытяжных каналов, что является основой для правильной работы системы. В качестве вытяжных устройств эффективно применение классических шахт, снабженных дефлектором. В качестве приточных

устройств, реализующих локальный способ организации воздухообмена, эффективно применение коробов с отражателями, монтируемых в потолочном перекрытии и забирающих воздух из межкрышного пространства.

Keywords: natural ventilation, supply and exhaust devices, livestock houses, nomogram.

Currently, effective foreign technologies and equipment are introduced in animal husbandry. At the same time, it is unacceptable to simply transfer projects of buildings and microclimate systems since they are not designed for the climatic conditions of Siberia. The adaptation of projects to the specific natural and climatic zone will reduce energy costs for creating a microclimate in all types of livestock houses, and for cattle barns - solve the problem of ventilation without energy costs. The developments of the Altai State Agricultural University in the field of natural ventilation systems take into account the climatic features of Siberia, modern construction materials (both when upgrading classic ventilation devices and creating new ones). For quick and convenient determination of the total cross-sectional area of ventilation devices at the design stage, and the determination of their performance at the operational stage, a nomogram was developed based on the calculation with the adjustment based on the results of our own research. The nomogram does not take into account the impact of wind speed on airshaft efficiency. This is not necessary since in the Altai Region, a decrease in outdoor air temperature is accompanied by a decrease in wind speed. The nomogram also allows checking the area of the free cross-sectional area of the air outlets of ventilation and light lamps. Proper attention is not always paid to the precise design of the supply and exhaust channels which is the basis for proper operation of the system. As exhaust devices, the use of classic shafts equipped with a deflector