

УДК 631.674.5 : 631.862

## **ВЛИЯНИЕ ВЕТРА НА КАЧЕСТВА ДОЖДЕВАНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИМИ СТОКАМИ**

**А.С. Анженков**, кандидат технических наук

РУП «Институт мелиорации»

**Г.А. Райлян**, кандидат технических наук

Пинский филиал УО «БГСХА»

**Ключевые слова:** дождевание, качество искусственного дождя, влияние ветра

### **Введение**

Аграрный сектор экономики является одним из приоритетных для Республики Беларусь [1, 4, 14]. Животноводство – одна из главных отраслей сельского хозяйства, позволяющая сформировать основные объемы производства валовой продукции. Мясо-молочные товары – важная составляющая экспорта республики. Поэтому в стране построено и функционирует множество крупных животноводческих комплексов, которые являются крупными антропогенными объектами, оказывающими существенное влияние на состояние окружающей среды. Химическое и биологическое загрязнение в районе расположения таких комплексов во много раз превышает естественный фон.

Производство мясомолочной продукции в основном сконцентрировано на крупных производственных комплексах. В процессе производства мясомолочной продукции образуется порядка 40 млн. м<sup>3</sup> животноводческих стоков [8], являющихся биологически и химически насыщенными материалами, требующими рациональной и экологически безопасной утилизации.

Важным способом утилизации стоков крупных животноводческих комплексов в Республике Беларусь на сегодня является орошение дождеванием на земледельческих полях орошения [8, 15].

Государственная программа сохранения и использования мелиорированных земель на 2011-2015 гг. предусматривает комплекс мероприятий, обеспечивающих повышение экологической устойчивости мелиорируемых ландшафтов, рост их продуктивности с целью получения экологически чистой сельскохозяйственной продукции, охрану почв от деградации и загрязнения [4]. Выполнение поставленных задач возможно путем совершенствования и модернизации существующих утилизационных систем животноводческих комплексов.

### **Влияние ветра на интенсивность дождевания животноводческими стоками**

Основными показателями качества искусственного дождевания являются равномерность распределения дождя по площади полива и средняя интенсивность, которые при использовании стоков животноводческих комплексов определяются не только кон-

структивными особенностями дождевальной техники, но и метеоусловиями и содержанием в стоках сухого вещества [7, 16].

Судя по рекомендуемым коэффициентам эффективного полива [2, 3, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13], средняя интенсивность дождя по площади захвата колеблется в весьма больших пределах и оказывает далеко не однозначное влияние на скорость впитывания воды почвой. Это отрицательно сказывается на качестве увлажнения, так как продолжительность полива до стока в большей степени зависит от интенсивности дождя. В местах переполива она будет превышать впитывающую способность почвы, что приведет к образованию луж и стока и, как следствие, к ухудшению качества орошения.

В связи с этим был произведен анализ литературных источников, а также проведены дополнительные опыты по влиянию ветра и концентрации сухого вещества навозных стоков на равномерность распределения дождя по площади полива.

Экспериментально были определены влияние ветра и концентрации сухого вещества животноводческих стоков на равномерность распределения дождя по площади полива и контур орошения.

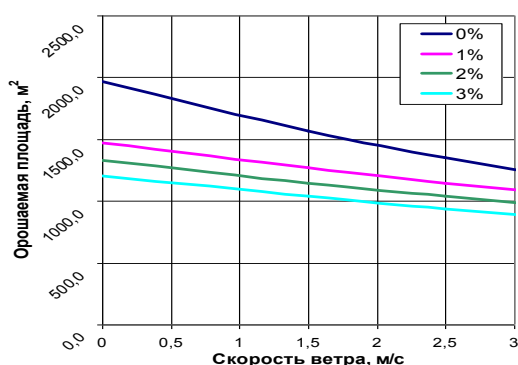
Для этой цели возможная площадь захвата дождем была разбита продольными и поперечными рядами дождемеров на квадраты со стороной 3 м. Продолжительность каждого опыта составляла в среднем 60 мин. Скорость ветра в процессе опытов определялась на высоте 2 метра через каждые 10 мин. Содержание сухого вещества в стоках устанавливалось по окончании дождевания путем отбора средних проб из дождемеров. Радиусы полива и площадь захвата дождем определялись графически по изогетам средней интенсивности.

В таблице приведены значения площади и радиусов полива в зависимости от скорости ветра и концентрации в стоках сухого вещества, полученные опытным путем.

**Таблица – Средние радиусы и площадь полива аппаратами ДКН-80.05.000.4 («Роса-3С») в зависимости от скорости ветра и концентрации сухого вещества в стоках свинокомплекс**

Показатели	Скорость ветра, м/с	Концентрации сухого вещества в стоках, %			Природная вода
		1	2	3	
Площадь полива, м <sup>2</sup>	0...1,0	1471,2	1331,2	1204,5	1963,5
	1,0...2,0	1266,3	1145,8	1036,8	1567,9
	2,0...3,0	1145,8	1036,8	938,1	1349,5
	3,0...4,0	1036,8	938,1	848,8	1161,5
Средний радиус полива, м	0...1,0	21,6	20,6	19,6	25,0
	1,0...2,0	20,1	19,1	18,2	22,3
	2,0...3,0	19,1	18,2	17,3	20,7
	3,0...4,0	18,2	17,3	16,4	19,2

Графическая зависимость изменения площади полива ДКН-80.05.000.4 («Роса-3С») в зависимости от скорости ветра при дождевании природной водой и навозными стоками с содержанием сухого вещества 1%, 2%, 3% приведена на рисунке.



Из данных следует, что радиус и площадь полива зависят от силы ветра и концентрации сухого вещества в навозных стоках. При небольших скоростях ветра (средние значения 0,5 м/с) политая площадь имеет форму окружности как при дождевании чистой водой, так и животноводческими стоками. С увеличением ее площадь орошения приобретает форму эллипса с асимметрией по продольной и поперечной осям.

**Рисунок – Изменение площади полива ДКН-80.05.000.4 («Роса-3С») в зависимости от скорости ветра при дождевании природной водой и навозными стоками с содержанием сухого вещества 1%, 2%, 3 %.**

С изменением площади полива под действием ветра изменяется средняя интенсивность орошения. Анализируя график, видим, что с увеличением скорости ветра, площадь, орошаемая дождевальным аппаратом, уменьшается и, следовательно, повышается средняя интенсивность искусственного дождя.

Количественный учет изменений интенсивности искусственного дождя можно получить на основании зависимости:

$$i_{cp}^s = i_{cp} k_s \quad (1)$$

где  $i_{cp}^s$  – средняя интенсивность дождевания при ветре, мм/мин;

$i_{cp}$  – средняя интенсивность дождевания, полученная по технической характеристике либо измеренная в безветренную погоду, мм/мин;

$k_s$  – коэффициент увеличения интенсивности от уменьшения орошаемой площади в зависимости от скорости ветра.

Получить точное значение коэффициента увеличения интенсивности от уменьшения орошаемой площади в зависимости от скорости ветра возможно эмпирически – путем проведения многократных измерений конкретно взятого дождевального аппарата. Приблизительные значения можно получить, преобразовав уравнение связи между радиусами полива водой ( $R_B$ ) и животноводческими стоками ( $R_C$ ) в зависимости от скорости ветра и содержания сухого вещества в поливной жидкости для дальнеструйной техники применительно к площади орошения:

$$k_s = 1,35 e^{(0,10C_n - 0,02V)} \quad (2)$$

где  $V$  – средняя скорость ветра, м/с;

$C_n$  – содержание сухого вещества в стоках, %;

$e$  – основание натурального логарифма.

Путем регрессионного анализа экспериментальных данных исследования дождевального аппарата «Роса-3С» получены соотношения коэффициента увеличения интен-

сивности от уменьшения орошаемой площади в зависимости от скорости ветра. При дождевании природной водой уравнение имеет вид:

$$k_b = e^{0,15V} \quad (3)$$

При дождевании стоками:

$$k_b = 1,21e^{(0,1C_H + 0,1V)} \quad (4)$$

Для примера рассмотрим дождевание аппаратом «Роса-3С» стоками с содержанием сухого вещества 2% при ветре 3 м/с. Нормативная интенсивность дождевального аппарата «Роса-3С» без перекрытия составляет  $i_{cp} = 0,123$  мм/мин, тогда средняя интенсивность дождевания при ветре составит:

$$i_{cp}^g = 0,123 \cdot 1,21e^{(0,1 \cdot 2 + 0,1 \cdot 3)} = 0,245 \text{ мм/мин}$$

Анализ графического материала и аналитических зависимостей показывает, что с увеличением содержания сухого вещества (особенно по сравнению с дождеванием природной водой) уменьшается влияние ветра на контур и площадь орошения. Это объясняется большей плотностью стоков по сравнению с природной водой и большим поверхностным натяжением. Образующиеся капли при дождевании стоками имеют больший средний диаметр и большую массу: это снижает влияние ветра на траекторию полета капли и тем самым уменьшает ее снос.

#### **Заключение**

Полученная зависимость позволяет скорректировать нормы и длительности орошения в случае полива при ветре. Прогнозными показателями являются вероятности скорости ветра по градациям в различные часы суток, приведенные в справочной литературе, например, РПИ-82 часть 3. Наиболее благоприятным временем дождевания, с точки зрения скорости ветра, для Республики Беларусь является утреннее (7:00) и вечернее (19:00) время. Несмотря на то, что в ночное время (01:00) скорость ветра наиболее вероятна менее 1 м/с, ряд технологических и организационных трудностей не позволяет рекомендовать этот период для орошения животноводческими стоками.

#### **Литература**

1. Агропромышленный комплекс (сельское хозяйство): информ. сб. – 7-е. изд. / РУП «БелНИИ внедрения новых форм хозяйствования в АПК» Минсельхозпрода РБ. – Минск, 2006. – Т. 1. – 186 с.
2. Булаенко, Л.М. Исследование качества полива дождеванием и пути его повышения в связи с обработкой почвы в условиях юга Украины: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук / Л.М. Булаенко. – Херсон, 1983. – 21 с.
3. Гордон, С.М. Влияние ветра на качество дождевания машиной "Волжанка" / С.М. Гордон, В.Н. Бережнова // Техника и технология механизированного орошения. – М., 1982. – С. 34–39.

4. Государственная программа сохранения и использования мелиорированных земель на 2011-2015 годы: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 31 августа 2010 г. № 1262.
5. Гусейн-Заде. Многоопорные дождевальные машины / Гусейн-Заде, Д.А. Перевезенцев, В.И. Коваленко. – 2-е изд., доп. и переработ. – М.: Колос, 1976. – 176 с.
6. Давшан, С.М. О некоторых эксплуатационных показателях машины «Фрегат» / С.М. Давшан, И.О. Сильченков // Гидротехника и мелиорация. – 1972. – № 10. – С. 26–29.
7. Желязко, В.И. Дождевание многолетних трав стоками свиноводческих комплексов: дис. ... канд. техн. наук / В.И. Желязко. – Горки, 1987. – 138 с.
8. Желязко, В.И. Эколого-мелиоративные основы орошения земель стоками свиноводческих комплексов: монография / В.И. Желязко; БГСХА. – Горки, 2003. – 168 с.
9. Калашников, А.А. Работа дождевальной машины ДКШ-64 «Волжанка» при ветре / А.А. Калашников, И.М. Макаренко, Б.Г. Нестеренко // Сборник научных трудов / Ставропольский СХИ. – 1974. – Т. 2, вып. 37. – С. 48–56.
10. Клепальский, А.П. Качество дождя машин ДКШ-64 и АДП-350 при орошении в зоне сыртов Заволжья / А.П. Клепальский // Орошение земель в Поволжье. – Саратов, 1973. – С. 117–127.
11. Кружилин, И.П. Улучшение качества полива машиной «Фрегат» в Волгоградском Заволжье / И.П. Кружилин, П.И. Кузнецов // Гидротехника и мелиорация. – 1976. – № 12. – С. 29–35.
12. Москвичев, Ю.А. Агрооценка – 187-дождевальной машины «Фрегат» / Ю.А. Москвичев, Г.Я. Хайдарова, В.С. Краснощеков // Гидротехника и мелиорация. – 1975. – № 4. – С. 43–47.
13. Наниташвили, О.С. Экспериментальные исследования допустимой интенсивности дождя на больших уклонах / О.С. Наниташвили // Сборник научных трудов / ГрузНИИ гидротехники и мелиорации. – 1968. – Вып. 26. – С. 103–109.
14. Резервы экономической эффективности развития животноводства на основе интенсификации / В.Г. Гусаков [и др.]; рец. : З.М. Ильина, В.Ф. Бондарчук; Центр аграрной экономики Института экономики Национальной академии наук Беларуси. – Минск : 2006. – 87 с.
15. Состояние и концепция использования животноводческих стоков / П.Ф. Тиво, В.С. Брезгунов, Л.А. Саскевич [и др.] // Мелиорация переувлажненных земель: сб. науч. работ / БелНИИМил. – Минск, 2001. – Т. XLVIII. – С. 257–269.
16. Технология орошения животноводческими стоками / А.М. Буцыкин, В. Г. Луцкий, А.Г. Пономарев, Л.П. Рева. – М.: Агропромиздат, 1987. – 160 с.

### **Summary**

**Anzhenkov A.S., Raylian G.A.**

#### **THE EFFECT OF WIND ON THE QUALITY OF IRRIGATION LIVESTOCK WASTE.**

Here are considered the influence of wind on the contour irrigated by sprinkling apparatus at irrigation by livestock waste. It is analyzed changes of the intensity of the artificial rain when the irrigation contour is changed. It is proposed the dependence for determine the increase of average rainfall intensity depending on wind speed.

*Поступила 16 сентября 2011 г.*