

УДК 620.92
AGRIS P10

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/88/31>

РАСЧЕТ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОРОСИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ, РАБОТАЮЩЕЙ ЗА СЧЕТ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ТЕЧЕНИЯ РЕКИ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

©*Матисаков Т. К.*, канд. техн. наук, Ошский государственный университет,
г. Ош, Кыргызстан, tugolbai_83@mail.ru

CALCULATION OF THE TECHNICAL CHARACTERISTICS OF THE IRRIGATION PLANT OPERATING DUE TO THE KINETIC ENERGY OF THE RIVER FLOW BASED ON MATHEMATICAL MODELING

©*Matisakov T.*, Ph.D., Osh State University,
Osh, Kyrgyzstan, tugolbai_83@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается вопрос орошения пастбищ с помощью оросительной установки, работающей за счет кинетической энергии течения реки. Изучены вопросы орошения пастбищ в условиях без электричества. Проведены расчеты для определения технической характеристики оросительной системы. Установлены мощность, напор на высоте воды, расход и производительность оросительной системы. Определены мощности течения реки, естественные напоры для установки насоса. Установлены зависимости коэффициента полезного действия от подачи насоса, работающего за счет кинетической энергии течения реки в разных значениях подъема воды на высоту. Исследованы зависимости высоты подъема воды от подачи насоса и установлено необходимое значение подачи для нужной высоты.

Abstract. The article deals with the issue of irrigating pastures with the help of an irrigation plant that operates due to the kinetic energy of the river flow. The issue of pasture irrigation in conditions without electricity has been studied. Calculations were carried out to determine the technical characteristics of the irrigation system. The power, pressure at the height of the water, flow rate and productivity of the irrigation plant have been established. The power of the river flow, natural pressures for the installation of the pump are determined. The dependences of the efficiency factor on the supply of the pump operating due to the kinetic energy of the river flow in different values of the rise of water to a height are established. The dependences of the height of water rise on the pump delivery are investigated and the required delivery value for the required height is established.

Ключевые слова: пастбища, ирригационное оборудование, возобновляемые ресурсы.

Keywords: pastures, irrigation equipment, renewable resources.

Более 80% сельскохозяйственных угодий Кыргызстана приходится на пастбища. Решение основных стратегических задач развития Киргизской Республики на ближайшую перспективу в части снижения бедности, повышения материального благосостояния населения и обеспечения продовольственной безопасности тесно связано с состоянием пастбищ, их ресурсов и сопутствующей инфраструктуры [1]. Поэтому необходимо отметить важность

преобразований в пастбищном секторе, которые являются основой для перехода к устойчивому и эффективному управлению пастбищными ресурсами Кыргызстана [2].

Из-за отсутствия питьевой воды для мелкого (рогатого скота) и крупного рогатого скота (КРС) на пастбищах скот на пастбищах спускается к рекам на водопой, и из-за их скопления там растения превращаются в пыль, т. е. Происходит деградация пастбищ. Расположение пастбищ вдали от путей сообщения и электросетей показало, что пастбища нуждаются в оросительных системах, работающих независимо от электричества. Поэтому для решения этой задачи определение технических характеристик насоса высокого давления с использованием возобновляемых источников энергии (гидроэнергетики) для подъема воды на высоту является обязательным условием для продвижения данной практики [3].

Требуемую мощность электродвигателя насоса за единицу времени можно определить из следующего выражения:

$$N_{\text{нас}} = \frac{gQ_{\text{нас}}H \cdot \rho}{\eta} \quad (1)$$

где $Q_{\text{нас}}$ — производительность насоса, м³/с; H — напор насоса, м; ρ — плотность воды, кг/м³; η — коэффициент полезного действия насоса, в долях единицы (η для центробежных насосов равен 0,4 ... 0,6, для вихревых — 0,25 ... 0,55).

Теоретическая производительность насоса простого действия при частоте вращения вала n кривошипно-шатунного механизма определяется по следующей формуле [4]:

$$Q_{\text{нас}} = \frac{F_p l_x n}{60}$$

где F_p — площадь поперечного сечения поршня, м²; l_x — ход поршня, м; n — частота вращения вала кривошипно-шатунного механизма.

Если вместо электрического насоса рассмотреть условия использования насоса, работающего на кинетической энергии воды. Пусть длина участка реки покрывается за одну секунду L м, если течение реки наклоняется на высоту h_p м и падает на высоту v м/с и имеет постоянную открытую площадь S , м². В этом случае работа речного стока и мощность воды, поступающей в любой участок реки, математически могут быть выражены следующим образом:

$$N_p = gQ_p h_p \rho \quad (2)$$

где Q_p — расход потока реки, м³/с, h_p — наклон течения реки, м, g — ускорение свободного падения, м/с², ρ — плотность воды, кг/м³. Если скорость течения v , м/с и площадь поперечного сечения потока реки S м², известно тогда расход потока реки можно определить:

$$Q_p = vS \quad (3)$$

Учитывая уравнение (2) и (3), получим мощность речного потока:

$$N_p = S g v h_p \rho \quad (4)$$

Рассмотрим ситуацию, когда нам нужно использовать кинетическую энергию речного течения, чтобы поднять воду из реки на высоту H . Если учесть, что мощность кинетической энергии речного потока за одну секунду равна мощности, затрачиваемой насосом на подъем воды из реки на высоту H , то из уравнений 4 и 1 получаем следующее:

$$\frac{HQ_{нас}}{\eta} = Sgh_p \quad (5)$$

Из уравнения (5) можно определить высоту подъема работающего насоса с помощью кинетической энергии реки:

$$H = \frac{Sgh_p\eta}{Q_{нас}} \quad (6)$$

Если учитываем разности геометрического и скоростного напоров во всасывающих и нагнетательных трубах, то высоту подъема работающего насоса с помощью кинетической энергии реки и можно определить по формуле:

$$H = \frac{P_H - P_B}{\rho g} \quad (7)$$

где $P_H = P_{HM} + P_{ATM}$ — абсолютное давление в нагнетательном патрубке насоса, Па; P_{HM} — манометрическое давление в нагнетательном патрубке, Па; $P_B = P_{BM} + P_{ATM}$ — соответственно для всасывающего патрубка Па [5]. Если во всасывающем патрубке насоса вакуумметрическое давление P_{BB} , то $P_B = P_{атм} - P_{BB}$. Здесь H полезный напор насоса, т. к. он полностью затрачивается на перекачку, т. е. на движение жидкости вне насоса.

Определить эффективности работы или коэффициент полезного действия технического устройства является одним из основных задач. Коэффициент полезного действия (КПД) насоса работающего на основе энергии течения реки находится отношение полезной мощности насоса к его мощности.

$$\eta = \frac{N_{пол}}{N_p} \quad (8)$$

Зная подачу насоса и высоты подъема воды, можно определить его полезную мощность следующим образом

$$N_{пол} = HQ_{нас}\rho g \quad (9)$$

Используя формулы (4), (8) и (9) можно получить формулы для определения КПД насоса работающего на основе энергии течения реки

$$\eta = \frac{HQ_{нас}}{Sgh_p} \quad (10)$$

Основе теоретического расчета использовались следующие исходные данные [6]: $\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$; $\eta = 0,4 \div 0,6$; $F_p = 0,0314 \div 0,1962 \text{ м}^2$; $l_x = 0,2 \div 0,5 \text{ м}$; $n = 60 \div 300 \text{ об/мин}$; $h_p = 10-150 \text{ м}$; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$; $v = 3 \div 6 \text{ м/с}$; $S = 0,785 \div 3,14 \text{ м}^2$.

Основные технические характеристики водяного насоса работающий на основе возобновляемого источника энергии производились с помощью программы Python. Это программа очень удобно для теоретического расчета и ввода и вывода данных. Зависимости коэффициента полезного действия и высоты подъема воды от подачи водяного насоса работающий на основе возобновляемого источника энергии приведены на Рисунках 1 и 2.

Из Рисунка 1 видно, что при значении подачи 20 л/мин наблюдается насыщения высота подъема насоса. При разных напорах течения реки можно поднять воду на высоту от 20 до 90 м.

Как показано на Рисунке 2 эффективность работы данного насоса устойчиво и при значениях подачи насоса от 10 до 40 л/мин коэффициент полезного действия равно 0,25.

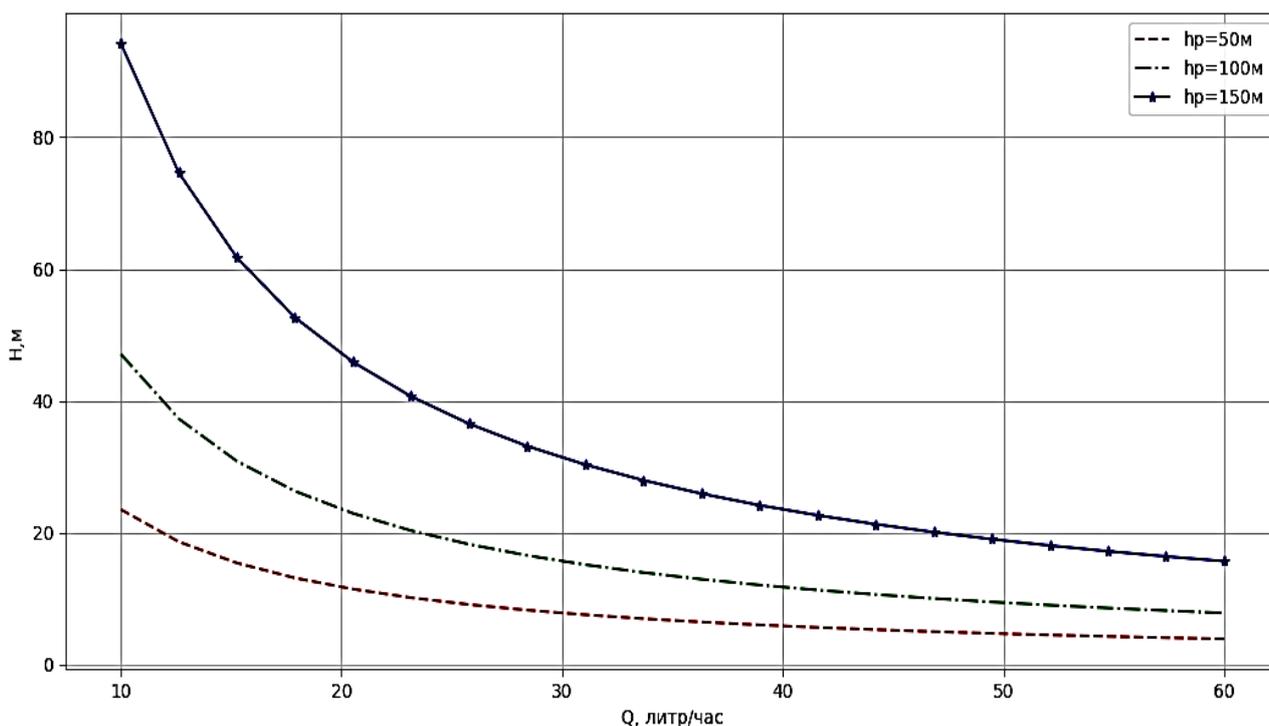


Рисунок 1. Зависимость высоты подъема воды от подачи водяного насоса работающий на основе возобновляемого источника энергии

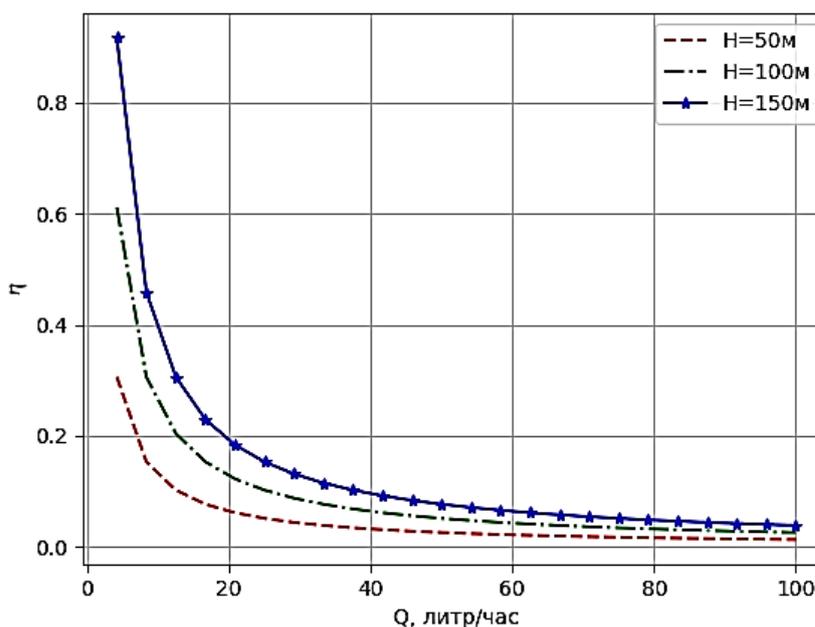


Рисунок 2. Зависимость коэффициента полезного действия от подачи водяного насоса работающий на основе возобновляемого источника энергии

В последнее время использование отдаленных пастбищ ухудшилось, так как пастбища недалеко от села используются для выпаса скота, и они сильно деградированы из-за увеличения поголовья скота сельчан. Поэтому одна из мер предотвращения уничтожения пастбищ, такая оросительная система нуждается именно в таких насосах, которые работают с возобновляемым источником энергии. Такая система орошения предотвращает уничтожение пастбищ и позволяет восстановить поврежденные пастбища путем посадки деревьев в будущем.

В заключение хотелось бы выразить огромную благодарность региональному проекту USAID по водным ресурсам и окружающей среде за техническую и финансовую поддержку моего научного исследования в рамках конкурса молодых ученых.

Список литературы:

1. Техническое руководство в области управления и использования пастбищ в Киргизской Республике. Бишкек: МСХиПП КР, 2018. 139 с.
2. Пейниржи М., Ашимов К. С., Матисаков Т. К. Влияние выпаса скота на всходы и подрост арчи // Известия вузов Кыргызстана. 2020. №5. С. 32-42.
3. Матисаков Т. К., Шеранов Н. М. Гиросиловая установка: патент №228, Кыргызпатент; Заявл.12.04.2016, Заявка №20160010.2; Оpubл.30.08.2017.
4. Дегтерев Г. П. Технологии и средства механизации животноводства. М., 2010.
5. Шевелев Ф. А., Шевелев А. Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. Тверь, 2005. 116 с.
6. Некрасов Б. Б. Справочное пособие по гидравлике, гидромашинам и гидроприводам. Минск: Высшая школа, 2012. 382 с.

References:

1. Tekhnicheskoe rukovodstvo v oblasti upravleniya i ispol'zovaniya pastbishch v Kyrgyzskoi Respublike. Bishkek: MSKHiPP KR, 2018. 139 s.
2. Peinirzhi M., Ashimov K. S., Matisakov T. K. Vliyanie vypasa skota na vskhody i podrost archi // Izvestiya vuzov Kyrgyzstana. 2020. №5. S. 32-42.
3. Matisakov T. K., Sheranov N. M. Girosilovaya ustanovka: Patent №228, Kyrgyzpatent; Zayavl.12.04.2016, Zayavka №20160010.2; Opubl.30.08.2017.
4. Degterev G. P. Tekhnologii i sredstva mekhanizatsii zhivotnovodstva. M., 2010.
5. Shevelev F. A., Shevelev A. F. Tablitsy dlya gidravlicheskogo rascheta vodoprovodnykh trub. Tver, 2005. 116 s.
6. Nekrasov B. B. Spravochnoe posobie po gidravlike, gidromashinam i gidroprivodam. Minsk: Vysshaya shkola, 2012. 382 s.

*Работа поступила
в редакцию 23.01.2023 г.*

*Принята к публикации
30.01.2023 г.*

Ссылка для цитирования:

Матисаков Т. К. Расчет технических характеристик оросительной установки, работающей за счет кинетической энергии течения реки на основе математического моделирования // Бюллетень науки и практики. 2023. Т. 9. №3. С. 269-273. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/88/31>

Cite as (APA):

Matisakov, T. (2023). Calculation of the Technical Characteristics of the Irrigation Plant Operating Due to the Kinetic Energy of the River Flow Based on Mathematical Modeling. *Bulletin of Science and Practice*, 9(3), 269-273. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/88/31>