

## Научная статья

УДК 621.382

DOI: 10.26730/1816-4528-2023-5-45-50

Спиричев Владислав Дмитриевич

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова

E-mail: spirichev@spbu.su

**УТОЧНЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ГРУППЫ НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЦЕХА ХИМВОДОПОДГОТОВКИ ТЭЦ****Информация о статье**

Поступила:

13 июня 2023 г.

Одобрена после  
рецензирования:

30 ноября 2023 г.

Принята к печати:

01 декабря 2023 г.

Опубликована:

19 декабря 2023 г.

**Ключевые слова:**

мощность, коэффициент использования оборудования, производство, эффективность потребления, насосное оборудование

**Аннотация.**

В данной работе исследуется важный показатель эффективности работы предприятия – коэффициент использования производственного оборудования, а именно коэффициент использования на группе насосного оборудования цеха химводоочистки ТЭЦ. Этот показатель отражает степень задействования того или иного оборудования и является ключевым для оценки эффективности производственного процесса. Коэффициент использования позволяет определить и оценить потенциал предприятия, обнаружить его слабые места, понять, что проблемы с эффективностью использования машин и оборудования существуют, и произвести анализ этих проблем. Особое внимание уделяется оборудованию, потребляющему электроэнергию. Исследование направлено на определение и анализ этого коэффициента с целью выявления возможных резервов повышения эффективности использования оборудования и оптимизации производственных процессов, в том числе этапов его вычисления. В работе используются современные методы и техники анализа данных, а также собранная статистическая информация о потреблении электроэнергии предприятием. Результаты исследования позволяют предприятию оптимизировать использование оборудования, сократить затраты на электроэнергию и повысить общую эффективность производственного процесса. Кроме того, данные результаты можно использовать для уточнения коэффициента использования на других предприятиях отрасли, а также в теоретических выкладках при проектировании систем электроснабжения схожих предприятий.

**Для цитирования:** Спиричев В.Д. Уточнение коэффициента использования на примере группы насосного оборудования цеха химводоподготовки ТЭЦ // Горное оборудование и электромеханика. 2023. № 5 (169). С. 45-50. DOI: 10.26730/1816-4528-2023-5-45-50, EDN: LSOYBX

Производство обычно оценивают по многим факторам, но основные из них — эффективность самого предприятия, а также производительность труда, а они, в свою очередь, также зависимы от определенных показателей [1, 2]. Одним из таких показателей является коэффициент использования мощности производственного электрооборудования. Он показывает, насколько фактическая мощность производственных аппаратов, используемых на предприятии, отличается от их номинальной мощности. Это позволяет оценить, в какой степени оказывается задействовано оборудование при обычном ассортименте производства. Таким образом, данный показатель оценивает потенциал развития предприятия, количество возможных резервов производственных мощностей, а также степень

эффективности производства [3, 4]. Самым главным показателем эффективности производства в данном случае является потребление им мощности, так как он позволяет понять, каков потенциал каждой конкретной единицы техники, а также задействованных человеческих ресурсов. Он в определенной степени позволяет отследить, как и сколько способно изготавливать производство различных деталей, товаров или услуг за единицу времени. Соответственно, основной целью расчета коэффициента использования является оценка эффективности использования производственных электрических приемников.

В данной работе объектом исследования выбран коэффициент использования на группе насосного оборудования цеха химводоочистки ТЭЦ, Цех ХВО

предназначен для получения химически очищенной воды, которая предназначена для подпитки паровых котлов ТЭЦ, котлов-утилизаторов сернокислотного производства, теплосетей и установки обратного осмоса ХВО [5, 6, 7].

Коэффициент использования ( $K_{и}$ ) – это отношение электрической мощности, которую фактически потребляет часть оборудования (усредненное по времени), когда она находится в работе, к мощности, которую она может потреблять (которую мы называем номинальной мощностью) [8].

Коэффициент использования определяется для любого оборудования, потребляющего электроэнергию. Средний коэффициент использования также может быть определен для любого класса таких установок и может использоваться для сравнения различных типов производства.

Коэффициент использования позволяет определить и оценить потенциал предприятия, обнаружить его слабые места, понять, что проблемы с эффективностью использования машин и оборудования существуют, и произвести анализ этих проблем. Эти действия принесут пользу производственному процессу, позволят устранить ошибки и будут способствовать максимальному использованию имеющихся мощностей.

Коэффициент использования насосного оборудования является одним из наиболее важных показателей эффективности работы насосных систем. Этот коэффициент отражает, какую долю времени насосное оборудование фактически работает в сравнении с тем временем, которое оно могло бы работать при максимальной производительности без каких-либо сбоев или остановок.

Коэффициент использования насосного оборудования определяется как отношение времени фактической работы насосов к общему времени, доступному для работы. Общее время, доступное для работы, вычисляется путем вычитания времени, затраченного на плановые и неплановые остановки, от общего рабочего времени [9].

Вычисление коэффициента использования насосного оборудования на группе насосов цеха химводоочистки ТЭЦ включает следующие этапы:

1. Определение общего рабочего времени группы насосов в период, за который рассчитывается коэффициент использования. Общее рабочее время обычно рассчитывается за сутки, неделю, месяц или другой определенный период времени, в зависимости от потребностей и требований эксплуатации.

2. Определение времени плановых и внеплановых остановок группы насосов. Плановые остановки могут быть запланированы заранее и связаны, например, с профилактикой или заменой оборудования, а внеплановые остановки связаны с нестандартными ситуациями, такими как аварии или отказы оборудования.

3. Расчет фактического времени работы насосов. Фактическое время работы насосов определяется как общее время работы минус время, затраченное на плановые и неплановые остановки.

4. Расчет коэффициента использования насосного оборудования. Коэффициент использования насосного оборудования определяется как отношение фактического времени работы насосов к общему времени, доступному для работы.

Высокий коэффициент использования насосного оборудования говорит о том, что система насосов работает эффективно и не имеет больших перебоев в работе. Однако низкий коэффициент использования насосного оборудования может указывать на наличие проблем в системе, таких как необходимость профилактики или замены оборудования, неправильное обслуживание и т.д. [10, 11].

Повышения коэффициента использования насосного оборудования можно достичь за счет следующих мероприятий:

1. Регулярное техническое обслуживание и профилактика насосного оборудования, включая проверку работоспособности и замену изношенных деталей.

2. Установка современного оборудования, обладающего высокой эффективностью и надежностью.

3. Оптимизация работы насосных систем, включая правильную настройку параметров, контроль над режимами работы и сокращение времени простоя.

4. Обучение персонала правильной эксплуатации насосного оборудования и обеспечение его квалифицированным техническим обслуживанием.

Коэффициент использования часто рассчитывается в масштабе года, усредняя большинство временных колебаний. Однако его также можно рассчитать на месяц, чтобы получить представление о сезонных колебаниях [1, 2].

Для расчета  $K_{и}$  используется простая формула:

$$K_{и} = \frac{P_{см}}{P_{ном}} \quad (1)$$

где,  $P_{см}$  – средняя активная мощность, потребляемая оборудованием,

$P_{ном}$  – номинальная активная мощность оборудования [12].

Для более наглядной оценки эффективности использования мощностей в процентном отношении. В этом случае формула будет выглядеть так:

$$K_{и} = \frac{P_{см}}{P_{ном}} \cdot 100\% \quad (2)$$

$K_{и}$  может рассчитываться как для одного приемника или группы приемников, так всего цеха. Углубленный расчет может позволить определить коэффициент использования всего предприятия.

У  $K_{и}$  нет нормативных значений. В каждом отдельно взятом случае будут свои границы желаемой эффективности, тем более если речь идет о человеческих ресурсах. Однако по значению показателя можно сделать определенные выводы:

– низкое значение говорит о неэффективном управлении и нерациональном подходе к организации внутренних процессов на предприятии. Для улучшения положения необходимо вовлекать дополнительное оборудование и менять схему работы;

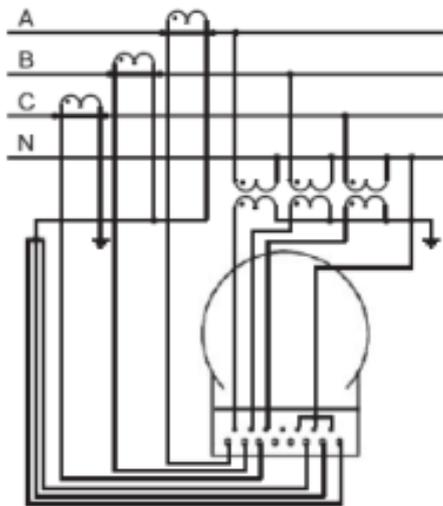


Рис. 1. Однолинейная схема включения счетчика Альфа А2

Fig. 1. Single-line circuit of switching on the Alpha A2 counter

– при значении коэффициента более 0,7 (70% эффективности) можно повысить производительность собственными силами без привлечения дополнительных ресурсов;

– показатель, равный 1 (100%), свидетельствует о полной загруженности ресурсов. Но в реальных условиях на производстве значение коэффициента использования, равное 1(100%), практически недостижимо.

Именно последний пункт указывает на необходимость проведения исследования, потому что в технической документации рассматриваемого предприятия коэффициент использования насосной группы равен единице, что, на наш взгляд, яв-

ляется неверным, так как в условиях реального производства это невозможно вследствие изменения различных параметров оборудования во время технологического процесса: давления, расхода воды, качества напряжения, отклонение частоты.

Группа исследуемого оборудования состоит из 5 центробежных насосов типа Д-320-50 подачи  $Q=320 \text{ м}^3/\text{ч}$  и напором 50 м, приводом насоса выступают асинхронные двигатели общепромышленного назначения, в данных насосах используется двигатель марки 5AM250S4У3 номинальной мощностью 75 кВт. Данная группа насосов (НХОВ – насос химочищенной воды) предназначена для подпитки деаэратора из БХОВ (баки химочищенной воды) и находится постоянно в работе [13, 14].

Для проведения опыта по договоренности с предприятием мы установили на каждый из насосов данной группы счетчик потребления активной энергии марки Альфа А2 IP51 классом точности 0,2 S, номинальным током включения до 150 Ампер.

Характеристика работы счетчика:

Счетчик состоит из датчиков тока и напряжения, микроконтроллера, который обрабатывает цифровые сигналы. С помощью трансформаторов тока осуществляется измерение тока силовых цепей, а измерение параметра напряжения происходит с помощью линейных высоко резистивных схем деления напряжения, которые изменяют масштаб входных сигналов [15].

На предприятии для автоматического сбора, обработки, хранения и отображения данных используются приборы учета группы компаний «Взлет». Приборы учета имеют свой программный комплекс с возможностью подключения к диспетчерской системе и одновременным получением данных со всех приборов.

Связь оборудования диспетчерского управления

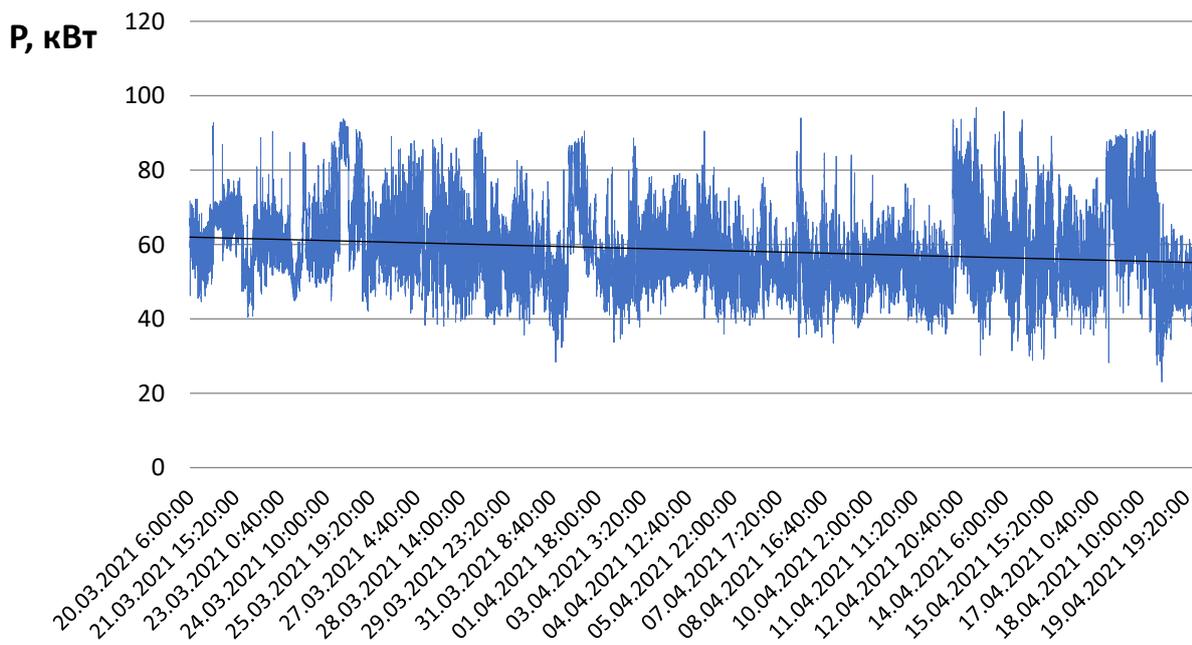


Рис. 2. График потребления мощности

Fig. 2. Power consumption graph

и приборов учета обеспечивается с помощью GSM и GPRS – модемов.

Возможности анализа в программном комплексе:

1. Паспортная информация по всем узлам.
2. Оценка состояния объектов системы.
3. Отображение учетной информации в графическом виде.
4. Контроль времени проверки приборов учета.
5. Контроль сроков эксплуатации.
6. Расчет потребления энергоресурсов.
7. Контроль качества потребляемых энергоресурсов.
8. Оформление отчетов.

Используемый нами счетчик Альфа А2 имеет оптический порт связи с персональным компьютером через оптический кабель.

По полученным данным каждого из насосов составим график данных потребления активной мощности. Составив усредненный график потребления мощности и совместив графики потребления насосами мощности для определения средней потребляемой энергии всей группы насосов, получим Рис. 2.

Из рисунка можно наблюдать, что фактическая мощность с графика примерно равна 60 кВт. Обработав благодаря инструменту Microsoft Excel, данный массив данных, получаем среднее значение мощности насосов в 57,95 кВт. Это позволяет нам провести более точный расчет коэффициента использования с помощью формулы:

$$K_{\text{и}} = \frac{57,95}{75} = 0,77$$

Как видим на практике, коэффициент использования составляет 0,77, что на 0,23 ниже заявленного предприятием.

Результаты показывают, что коэффициент использования насосного оборудования на данном предприятии не достигает заявленного уровня в 1,0. Фактический коэффициент использования составляет 0,77, что означает, что насосное оборудование работает менее эффективно, чем могло бы работать при оптимальных условиях.

Возможными причинами такого низкого коэффициента использования могут быть неправильная настройка оборудования, неэффективная эксплуатация, недостаточное техническое обслуживание, низкая эффективность насосного оборудования или несоответствие требованиям рабочих параметров системы.

Для улучшения коэффициента использования насосного оборудования необходимо провести анализ системы, выявить и устранить возможные причины неэффективной работы насосов, а также оптимизировать режимы работы насосных систем и повысить квалификацию персонала, ответственно за эксплуатацию и техническое обслуживание оборудования.

По итогу можно заключить, что теперь  $K_{\text{и}}$  определен более точно и при проектировании новой насосной группы можно будет сэкономить на капитальных вложениях, а именно на кабельных линиях, автоматических выключателях, мощности трансформатора. Результаты данного исследования

можно использовать для уточнения коэффициента использования на других предприятиях отрасли, а также в теоретических выкладках при проектировании систем электроснабжения схожих предприятий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шрейбер К. А. Аудит эффективности промышленных предприятий // Вестник Аксор. 2017. №1 (41). С. 114–119.
2. Filippov S. P., Dil'man M. D. CHP Plants in Russia: the Necessity for Technological Renovation. *Thermal Engineering*. 2018; 65: 775–790.
3. Тертышник М. И. Оценка уровня использования и проблемы определения потенциальных возможностей предприятий // Электронный научный журнал Байкальского государственного университета. 2017. №2(8). С. 1–8.
4. Алабушева В. А., Никулина С. Н. Учет основных средств и эффективность их использования // Актуальные вопросы современной экономики. 2021. №2. С. 274–281.
5. Самбур М. В., Пархоменко Д. И. Современные энергосберегающие технологии в теплоснабжении // *Металлургия XXI столетия глазами молодых*. 2018. С. 358–360.
6. Петрушенко Ю. А. Особенности химводоочистки в муниципальных котельных // *Science in modern society*. 2022. С. 74–79.
7. Петрачков А. М. Применение современных технологий в химводоподготовке // Актуальные проблемы энергетики. 2016. С. 285–289.
8. Никитина Е. В. Анализ использования производственных мощностей предприятия // Планово-экономический отдел. 2017. №5. С. 31–35.
9. Курбонов О. М., Атакулов Л. Н. Исследование по повышению работоспособности насосного оборудования // *Journal of Advances in Engineering Technology*. 2020. №1(1). С. 21–24.
10. Арсланханов А. З., Мазанов Р. Р. Организация ремонтных работ и задачи повышения эффективности насосного оборудования // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК региона. 2021. С. 215–218.
11. Мазанов Р. Р., Тарасьянц С. А. Расчет параметров насосов и трубопроводной сети // *Научная жизнь*. 2019. №9(97). С. 1362–1374.
12. Грачева Е. И., Наумов О. В., Горлов А. Н. К исследованию методов расчета электрических нагрузок систем электроснабжения // Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. 2019. С. 383–389.
13. Плевако А. П. Использование тепловых насосов на тепловых электрических станциях // Повышение качества образования, современные инновации в науке и производстве. 2020. С. 596–600.
14. Larin A. B., Larin B. M., Kirillina A. V. The New Generation of CHP Plants: Water Chemistry and Its Support Systems // *Thermal Engineering* volume. 2022. №69. 137–147.
15. Ханцевич А. В., Богачев А. П. Счетчик потребления электроэнергии с адаптивной системой

© 2023 Автор. Эта статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Об авторах:

**Спиричев Владислав Дмитриевич**, магистрант, Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, (Российская Федерация, 163002, г. Архангельск, набережная Северной Двины, 17), e-mail: spirichev@spbu.su

Заявленный вклад авторов:

**Спиричев Владислав Дмитриевич** – постановка исследовательской задачи; научный менеджмент; обзор соответствующей литературы; концептуализация исследования; сбор и анализ данных; выводы; написание текста.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

## Original article

DOI: 10.26730/1816-4528-2023-5-45-50

**Vladislav D. Spirichev**

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov

\*E-mail: spirichev@spbu.su

## CLARIFICATION OF THE UTILIZATION FACTOR ON THE EXAMPLE OF A GROUP OF PUMPING EQUIPMENT OF THE CHEMICAL WATER TREATMENT PLANT OF THE CHP



### Article info

Received:

13 June 2023

Accepted for publication:

30 November 2023

Accepted:

01 December 2023

Published:

19 December 2023

**Keywords:** power, equipment utilization factor, production, consumption efficiency, pumping equipment.

### Abstract.

*In this paper, we study an important indicator of the efficiency of the enterprise - the utilization rate of production equipment, namely the utilization rate on the group of pumping equipment of the chemical water treatment shop of the CHP. This indicator reflects the degree of involvement of a particular equipment and is the key to assessing the effectiveness of the production process. The utilization factor allows you to determine and assess the potential of the enterprise, to identify its weaknesses, to understand that there are problems with the efficiency of the use of machinery and equipment, and to analyze these problems. Particular attention is paid to equipment that consumes electricity. The study is aimed at determining and analyzing this coefficient in order to identify possible reserves for improving the efficiency of equipment use and optimizing production processes, including the stages of its calculation. The work uses modern methods and techniques of data analysis, as well as the collected statistical information on the consumption of electricity by the enterprise. The results of the study will allow the company to optimize the use of equipment, reduce energy costs and improve the overall efficiency of the production process. In addition, these results can be used to refine the utilization factor at other enterprises in the industry, as well as in theoretical calculations when designing power supply systems for similar enterprises.*

**For citation:** Spirichev V.D. Clarification of the utilization factor on the example of a group of pumping equipment of the chemical water treatment plant of the CHP. Mining Equipment and Electromechanics, 2023; 5(169):45-50 (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.26730/1816-4528-2023-5-45-50, EDN: LSOYBX

## REFERENCES

1. Schreiber K.A. Audit of the efficiency of industrial enterprises. Herald Aksor. 2017; 1 (41): 114–119.
2. Filippov S.P., Dil'man M.D. CHP Plants in Russia: the Necessity for Technological Renovation. Thermal engineering. 2018; 65:775–790.
3. Tertyshnik M.I. Evaluation of the level of use and problems of determining the potential of enterprises. Electronic scientific journal of the Baikal State University. 2017; 2(8):1–8.
4. Alabusheva V.A., Nikulina S.N. Accounting for fixed assets and the efficiency of their use. Topical issues of modern economy. 2021; 2:274–281.
5. Sambur M.V., Parkhomenko D.I. Modern energy-saving technologies in heat supply. Metallurgy of the 21st century through the eyes of the young. 2018:358–360.
6. Petrushenko Yu.A. Features of chemical water treatment in municipal boiler houses. Science in modern society. 2022:74–79.
7. Petrachkov A.M. Application of modern technologies in chemical water treatment. Actual problems of energy. 2016:285–289.
8. Nikitina E.V. Analysis of the use of production capacities of the enterprise. Planning and Economic Department. 2017;(5):31–35.
9. Kurbonov O.M., Atakulov L.N. Research on improving the performance of pumping equipment. Journal of Advances in Engineering Technology. 2020; 1(1): 21–24.
10. Arslankhanov A.Z., Mazanov R.R. Organization of repair work and tasks of increasing the efficiency of pumping equipment. The contribution of young scientists to the innovative development of the agro-industrial complex of the region. 2021:215–218.
11. Mazanov R.R., Tarasyants S.A. Calculation of parameters of pumps and pipeline network. Scientific life. 2019; 9(97):1362–1374.
12. Gracheva E.I., Naumov O.V., Gorlov A.N. To the study of methods for calculating the electrical loads of power supply systems. Collection of materials of the VI International Scientific and Practical Conference. 2019:383–389.
13. Plevako A.P. Use of heat pumps at thermal power stations. Improving the quality of education, modern innovations in science and production. 2020:596–600.
14. Larin A.B., Larin B.M., Kirillina A.V. The New Generation of CHP Plants: Water Chemistry and Its Support Systems. Thermal engineering volume. 2022; 69:137–147.
15. Khantsevich A.V., Bogachev A.P. Electricity consumption meter with adaptive automatic control system. Scientific notes of TOGU. 2017; 8(1):88–91.
16. Bashmakov I.A. Financial and economic analysis of projects to improve energy efficiency. Center for Energy Efficiency. 2018:16–17.

© 2023 The Author. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

*The author declares no conflict of interest.*

*About the author:*

**Vladislav D. Spirichev**, Master's student, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, (17 Severnaya Dvina Embankment, Arkhangelsk, 163002, Russian Federation), e-mail: spirichev@spbu.su

*Contribution of the authors:*

Vladislav D. Spirichev – setting a research task; scientific management; review of relevant literature; conceptualization of research; data collection and analysis; conclusions; writing a text.

*Author have read and approved the final manuscript*

