

## Аннотация

В магистерской диссертации рассмотрены конструкция, принцип работы, энергетические соотношения в силовом канале, а также способы регулирования производительности работы центробежных насосных агрегатов. Приведено экономическое и техническое обоснование применения частотно-регулируемого электропривода для управления центробежным насосом. Дано полное техническое описание стенда для исследования насосного агрегата.

Исследованы энергетические характеристики разомкнутой системы электропривода насосного агрегата при регулировании его производительности в режимах дросселирования и частотного регулирования. Произведен расчет КПД центробежного насоса различными способами и аппроксимация КПД центробежного насоса в программной среде MathCad. Рассчитана экономия электроэнергии и воды при внедрении частотно-регулируемого электропривода. Произведена идентификация центробежного насоса как нагрузки электропривода.

В программной среде MATLAB разработана и исследована виртуальная имитационная модель насосной установки исследовательского стенда при дросселировании и изменении частоты вращения рабочего колеса. В процессе моделирования произведен расчет параметров схемы замещения асинхронного двигателя центробежного насоса и коэффициента модуляции преобразователя частоты. Дано описание основных элементов, используемых при моделировании в MATLAB.

Аналитические выводы и результаты математического моделирования сопоставлены с экспериментальными данными, полученными на физической модели, и подтвердили их адекватность.

## Аңдатпа

Магистрлік диссертацияда ортадан тепкіш сорғы агрегаттарының құрылыстары, жұмыс жасау принципі, күштік каналдың энергетикалық қатынастары және өнімділікті реттеу жолдарының әдістері қарастырылған. Ортадан тепкіш сорғыларды басқару үшін жиілікті реттелетін электр жетегін қолданудың экономикалық және техникалық талдаулары келтірілген. Сорғы агрегатын зерттеудің техникалық көрсеткіштері толықтай берілген.

Дроссельдеу және жиілікті реттеу режимдеріндегі сорғы агрегатының өнімділігін реттеу барысындағы электр жетегінің тұйықталмаған жүйесінің энергетикалық сипаттамалары зерттелген. Ортадан тепкіш сорғының ПӘК-і түрлі әдістермен есептеліп, MathCad бағдарламасында ПӘК-ің жуықтау мәні анықталған. Жиілікті - реттелетін электр жетегін іске қосу барысындағы электр энергиясы мен судың тиімділігі анықталған. Ортадан тепкіш сорғының электр жетегінің жүктеме екендігі анықталып, дәлелденген.

Сорғының зертханалық қондырғысында жұмысшы дөңгелектің айналу жиілігін өзгерту және дроссельдеу кезіндегі күйі MATLAB бағдарламасында құрылып, виртуалды моделі зерттелді. Моделдеу барысында ортадан тепкіш сорғысының асинхронды қозғалтқышының орын басу сұлбасының мәндері және жиілікті түрлендіргіштің модуляция коэффициенті есептелген. MATLAB бағдарламасында моделдеу кезіндегі негізгі элементтердің сипаттамалары берілген.

Математикалық моделдеу барысында алынған мәндер, зерттеу барысындағы мәндермен салыстырылып, аналитикалық қоры олардың туралылығы дәлелденген.

## **Annotation**

In the master's thesis the design, operation principle, power ratios in the power channel and also ways of regulating of productivity of centrifugal pump units are considered. The economic and technical justification for using a Variable Frequency Drive (VFD) for controlling a centrifugal pump is given. The complete technical description of the stand for the research of the pump unit is given.

The power characteristics of the opened system of the electric drive of the pump unit at regulation of its productivity in the modes of throttling and frequency regulation are researched. The calculation of the efficiency of a centrifugal pump in different ways and the approximation of the efficiency of a centrifugal pump in the MathCad software are made. The economy of electric power and water is calculated at the introduction of a Variable Frequency Drive (VFD). The identification of the centrifugal pump as the load of the electric drive is made.

In the MATLAB software a virtual simulation model of the pump unit of a research stand was developed and researched with throttling and changing the rotational speed of the impeller. In the modeling process, the parameters of the replacement circuit of an asynchronous motor of a centrifugal pump and the modulation factor of a frequency converter are calculated. The description of the main elements used in modeling in MATLAB software is given.

Analytical conclusions and results of mathematical modeling are compared with the experimental data obtained on the physical model and confirmed their adequacy.