УДК 621.01

КУМ–ЦЕМЕНТ ЭЗИНДИНИ ЖЕТКИЗҮҮЧҮ ЭКИ БЫШКЕКТҮҮ СОРКЫСКЫЧТЫН ТҮЗҮЛҮШТӨРҮНҮН ӨЛЧӨМ МҮНӨЗДӨГҮЧТӨРҮН ЭСЕПТӨӨ

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ КОНСТРУКЦИИ ДВУХПОРШНЕВОГО РАСТВОРОНАСОСА ДЛЯ ПОДАЧИ ПЕСЧАНО-ЦЕМЕНТНОГО РАСТВОРА

TO CALCULATION OF THE CONSTRUCTION PARAMETERS OF A TWO-PISTON MORTAR PUMP FOR SUPPLYING SAND-CEMENT MORTAR

А.Ж. Баялиев, Ж.Д. Норузбаев, С.Т. Сөлпүев

Бул макалада курулуш чарбаларынын соркыскычка болгон муктаждыктарын чакандап камсыздоо максатында кум-цемент эзиндисин жеткизүү үчүн импорттукту алмаштыра турган эки бышкектүү соркыскычтын конструкциясын жасоо үчүн түзүлүштөрүнүн өлчөм мүнөздөгүчтөрүн эсептөөсү каралды. Кум-цемент эзиндисин жеткирүү үчүн эки бышкектүү соркыскычтын өлчөм мүнөздөгүчтөрүн негиздөөчү эсептөө усулдугу иштелип чыкты. Имараттын жалпы узун-туурасына жана бийиктиги боюнча эзиндини жеткирип берүүнүн, талап кылынган алыстыгын негиз кылып шыбак жумуштарды аткаруу үчүн негизги шыбоочу чордондун техникалык мүнөздөмөлөрүн аныктоочу эсептер каралды. Кум-цемент эзиндини жеткирүүчү эки бышкектүү соркыскычтын иш жүзүндө жана назарияттык жактан өндүрүмдүүлүгү салыштырылып, эзинди соркыскычтын өндүрүмдүүлүгүнүн азайуусунун себептери аныкталды. Эки бышкектүү соркыскычтын цилиндрлеринин көлөмдөрүнүн жана күчтөрүнүн жоон өлчөмдөн көз карандылыктары, басымдын жана бышкектин жумушчу жылышынын өзгөрүүсүнө жараша тургузулду.

В данной статье рассматривается вопрос о создании импортозамещающей конструкции двухпоршневого насоса для подачи песчано-цементного раствора в целях частичного обеспечения потребности строительных организаций Кыргызской Республики в данном оборудовании. Разработана методика расчета с целью выбора параметров двухпоршневого растворонасоса для подачи песчано-цементного раствора. Рассматривается методика расчета для выбора штукатурной станции с целью определения технических характеристик двухпоршневого растворонасоса, исходя из необходимого расстояния от общей протяженности и высоты здания. Проведено сравнение теоретической и действительной производительности двухпоршневого насоса для подачи песчано-цементного раствора и приведены причины снижения производительности этого насоса. Показаны зависимости объема цилиндра и усилий поршня от диаметра поршня с изменением давлений и рабочего хода поршня.

This article discusses the issue of creating an import-substituting chopper design for a double-piston pump for supplying sand and cement mortar in order to partially meet the needs of construction organizations of the Kyrgyz Republic for this equipment. A calculation procedure has been developed to select the parameters of a two-piston mortar pump for supplying a sand-cement mortar. A calculation method is considered for choosing a plaster station in order to determine the technical characteristics of a two-piston mortar pump, based on the required distance from the total length and height of the building. A comparison is made of the theoretical and actual performance of a two-piston pump for supplying sand-cement mortar and the reasons for the decrease in the performance of this pump are given. The dependences of the cylinder volume and piston forces on the piston diameter with changing pressures and piston stroke are given.

Түйүн сөздөр: *эзиндисоркыскыч; челкабык; бышкек; буралма; эзинди; унаало; сордуруп жеткирүү.*

Ключевые слова: *растворонасос, диафрагма; поршень; винт; раствор; транспортировка, перекачивания.*

Ke words: *mortar pump; diaph ragm; piston; screw; solution; transportation.*

Кум-цемент эзиндини даярдоого жана аралыка жеткирүү жараянында техниканын алдыңкы түрү болуп экибышкектүү соркыскычты санасак болот. Бул түзүлүш, курулуш материалдарын пайдалануучу жерге үзгүлтүксүз жеткирүүнүн ишенимдүүлүгүн камсыз кылат. Эки бышкектүү эзинди соркыскычтын башка дагы артыкчылыгы, кум-цемент эзиндини жеткизүүгө кыйын болгон жерлерге куюу [1]. Эзинди соркыскычтын өлчөм мүнөздөгүчтөрүн долбоорлоодо жана эсептөөдө коюлган маселелерди чечүү үчүн кандай жабдуу керектигин аныктоо керек. Бул үчүн, өндүрүмдүүлүгү кандай, кайсы объектилерде кандай эзиндилер менен иштеши керек деген - негизги артыкчылыктарын белгилей кетүү керек.

Эзинди соркыскычтар бүдүрлөрү 5 см жана андан жогору болгон эзиндилерди резина материалдардан жана темирден болгон эзинди өткөрүүчү түтүктөр аркылуу жумуш аткарылуучу жерге жеткизет, андан сырткары бүркүчтү же басымсыз чачкычты колдонуу менен шыбалчу жерлерге эзиндини чачып берет. Эзинди аралашмасы, эзинди соркыскычтан өтөөрдөн мурун, көзөнөкчөлөрү 3х3...5х5 мм болгон электен өтөт [1].

Ошондуктан эзизиндисоркыскычтар кабыл алуучу бункер жана титирөөчү элек менен чогу, соруучу түтүк жана басымдуу эзинди өткөрүүчү түтүк менен, комплектиде иштейт. Эзинди соркыскычтардын иштөө принциби, жумушчу камеранын көлөмүн

мезгилдүү өзгөртүүгө негизделген, кабыл алуучу бункерден эзиндини соруудa чоңоюп жана аралашманы басымдуу магистралга түртүүдө кичиреет.

Объектеги шыбалынчу иштердин көлөмү төмөндөгүдөй аныкталат, м^3 [10],

$$V_{ш.к.} = P\frac{s_ш}{100}h \cdot n_{каб} \cdot n_{к.б.} \cdot \quad (1)$$

мында P – бир кабаттагы дубалдын жээкжак чеги, м; h – бир кабаттын дубалынын бийиктиги, м; $n_{каб}$ – имараттын кабаттарынын саны; $n_{к.б}$ – имараттын кире бериш жерлеринин саны; $s_ш$ – шыбактын калыңдыгы, см.

Негизги шыбоочу чордондун [11], техникалык өндүрүмдүүлүгү, м^3/с [10],

$$П_{б.шс.} = \frac{V_{ш.к}}{M_{ж.к.а.} \cdot t_{см} \cdot n_{ж.с.} \cdot k_у \cdot k_т}, \quad (2)$$

мында $t_{см}$ – бир жумушчу сменанын узактыгы, саат; $n_{ж.с.}$ – суткасына жумуш сменасынын саны; $k_у$ – оңдоо жана техникалык тейлөө менен байланышкан убакыттын жоготууларын эске алуу менен, машинаны пайдалуу коэффициенти, ($k_у$ = 0,85…0,9); $M_{ж.к.а.}$ – жумуш күндөрдө жумуш аткаруу мөөнөтү; $k_м$ – эзинди түтүктөрүн (эзиндижеткизгичти) тагып чечүү менен байланышкан жабдуулардын иштебей калууларын эске алуучу коэффициенти,

$$k_м = \frac{M_{ж.к.а.} \cdot t_{см} \cdot n_{ж.с.}}{M_{ж.к.а.} \cdot t_{см} \cdot n_{ж.с.} + t_м}; \quad (3)$$

мында $t_м$ – эзинди түтүктөрүн монтаждоонун жалпы убактысы, с,

$$t_м = t_{м.у} \cdot n_{каб.} \cdot n_{к.б.}; \quad (4)$$

мында $t_{м.у.}$ – имараттын бир кабатынын бийиктигине жараша эзиндижеткизгичти тагып жана чечүүнүн орточо мөөнөтү, ($t_{м.у}$ = 0,2 ... 0,3 саат тегерегинде кабыл алса болот) [10].

Жумуш күндөрдө жумуш аткаруу мөөнөтү төмөнкүчө аныкталат:

$$M_{ж.к.ж.} = \frac{n_{ж.и.к.}}{7} \cdot M_{к.ж.к}; \quad (5)$$

мында $n_{ж.и.к.}$ – жумасына иштеген күндөрдүн саны; $M_{к.ж.к}$ – календар күндөрүндөгү жумуш аткаруу мөөнөтү.

Объекте жумуштарды аткаруу үчүн негизги шыбоочу чордондун техникалык мүнөздөмөлөрү туурасынан жана бийиктиги

боюнча ташуунун белгиленген аралыкты камсыздоого мүмкүндүк бериши керек. Бир жерде курулуш иштерин жүргүзүүдө шыбоочу чордон курулуш аянтында, эреже катары, аралашмаларды түшүрүү үчүн ыңгайлуу жерде туруктуу орнотулат. Мындай учурда шыбоочу чордонду тандоодо имараттын жалпы узун-туурасына жана бийиктиги боюнча эзиндини берүүнүн талап кылынган алыстыгын негиз кылып алуу керек.

Тик өйдө эзиндини берүүнүн талап кылынган алыстыгы, м,

$$H_T = \left(h + h_{к.о.}\right) \cdot n_{каб.}, \qquad (6)$$

мында $h_{к.о.}$ – кабаттардын ортосундагы курулуштун калыңдыгы, м.

Шыбак чордонуна керектелүүчү кысылган абаны борборлошкон аба менен камсыз кылуу учурунда аба түтүктөрүнүн ченемдери кабаттар боюнча шыбоочу чордондордун агрегаттарын зарыл болгон өндүрүмдүүлүгүн камсыз кылуу шарттарына ылайык тандалат. Бул үчүн шыбоочу чордон менен чогуу иштеп жаткан бүркүчтөрдүн санынын саатына болгон жалпы чыгымынын мааниси ($\sum Ч_{б.с.}$), кабаттар боюнча шыбоочу чордонду техникалык өндүрүмдүүлүгүнүн чоңдугунан кем эмес болуусу зарыл:

$$Ч_{б.с.} \geq П_{с.т.ө.} \qquad (7)$$

мында $П_{с.т.ө.}$ – кабыл алынган эзинди соркыскычтардын суммалуу техникалык өндүрүмдүүлүгү.

Бир бүркүчтү камсыз кылуучу, кысылган абанын сааттык чыгымы, м^3/с,

$$Ч_{б.с.} = С_{а.ч.} \cdot Ч_{э.ч}, \qquad (8)$$

мында $С_{а.ч.}$ – бир м^3/сек эзиндиге кысылган абанын салыштырмалуу чыгымы, м^3/с; $Ч_{э.с.}$ – бүркүч аркылуу өтүүчү эзиндинин сааттык чыгымы, м^3/с.

Шыбоочу агрегат менен чогу иштеген, бүркүчтөрдүн тобундагы абанын суммалык сааттык чыгымы боюнча, зарыл болгон компрессордун натыйжалуулугун аныктайт [10].

Бышкектин ар бир эки кыймылындагы өтүүчү эзиндинин теоретикалык көлөмү (м^3) төмөндөгүчө аныкталат [7]:

$$V_T = F_б \cdot S_б$$

мында $F_б = \pi d_б^2/4$ бышкектин туура бетинин аянты, $м^2$; $d_б$ – бышкектин жоон өлчөмү, $м$; $S_б$ – бышкектин аралыкка жылуусу, м.

Соркыскычтын теоретикалык өндүрүмдүүлүгү (м^3/сек)

$$Q_T = V_T n_б = 0.25 \cdot \pi \cdot d_б^2 \cdot S_б \cdot n_б,$$

мында, $n_б$ – бышкектин жүрүшүнүн саны (барып келүүсүнүн) $с^{-1}$.

Эзиндинин иш жүзүндө өндүрүмдүүлүгү назарияттык жактан салыштырганга аз болот [7]. Өндүрүмдүүлүктүн азайуусу төмөнкү себептер менен байланышкан. Сарпбашкаргыч [11] өз учурунда жабылбай калуу себебинен, эзиндинин көлөмү соркыскычтан жоготууга дуушар болот. Аралашпаган абанын көлөмү жумушчу камерага эзинди менен чогу кирет. Аба жумушчу камерага кирип, эзинди менен толбой калган бир канча көлөмдү ээлейт, соруудa, ал көлөмдү эзинди ээлей албайт. Жумушчу камеранын, толтуруу катышынын көлөмүнө, бышкектин жана сарпбашкаргычтын аралыгында камалган, кысуунун четки абалындагы зыяндуу мейкиндиктин көлөмү, ири таасир берет $V_{з.к.}$.

Бышкектин жоон өлчөмүнө $d_б$ аралыка жылуусунун узундугунун катышы $S_б$ төмөндөгү катыш менен аныкталат $\psi = S_б / d_б$, эзинди соркыскычтын тез иштөөсүнө байланыштуу берилет.

Жай иштөөчү эзинди соркыскычтар үчүн ($n_б$=0,66 ... 1,33 $с^{-1}$) ψ =2,5 ... 2,0, орточо ылдамдыктагы ($n_б$ = 1,33 ... 2,5) ψ =2,0... 1,2, жогорку ылдамдыктагы ($n_б$ =2,5... 5,83) ψ = 1,2... 0,5.

Туюнтмага $S_п = \psi\, d_с$ маанисин коюп төмөндөгүнү алабыз

$$Q_Ч = 0{,}25\pi \cdot d_б^3 \cdot \varphi \cdot \psi \cdot n_{б.} \cdot K_т \qquad (9)$$

мында $K_т = Q_Ч / Q_T$ – көлөмдүү толтуру коэффициенти, эзиндинин кыймылдуулугунан көз каранды, кыймылдуулугу 5, 10 см эзиндиники 0,43–0,92 ге чейин.

Жогорку туюнтмадан бышкектин сырткы өлчөмү (м)

$$d_б = \sqrt[3]{4Q_Ч / (\pi \cdot n_б \cdot \psi \cdot K_т)} \qquad (10)$$

Бышкектин иштөөсүнүн орточо ылдамдыгы (м/с)

$$\upsilon_б = 2S_б n_б \qquad (11)$$

мында $S_б \cdot n_б = 0{,}5\,\upsilon_б$.

(9) туюнтманы төмөндөгүчө көрсөтүүгө болот

$$Q_Ч = 0{,}125\pi d_б^2 \upsilon_б K_т \qquad (12)$$

мындан

$$d_б = \sqrt[3]{8Q_Ч / (\pi n_б \Psi K_т)} \qquad (13)$$

Алдын ала $n_б$, ψ жана $K_т$ же $\upsilon_б$ жана $K_т$ маанилерин берип алып, эзинди соркыскычтын секундалык берүүсүнөн, бышкектин жүрүүсүн жана сырткы өлчөмүн, андан сырткары цилиндрдин көлөмүн (ички жоон өлчөмүн жана узундугун) аныктайбыз ($м^3/с$),

Эзинди соркыскычка керектелүүчү кубаттуулук (кВт):

$$P = F_{max}\upsilon_{б.max}K_п /(10^3\eta) \qquad (14)$$

мында F_{max} – бышкектин кыймылына болгон максималдуу каршылык, Н; $\upsilon_{б\ max}$ — бышкектин эң жогорку ылдамдыктагы кыймылы, м/с; $K_п$ —эзиндини алыска берүүнү эске алган катышы; $K_п = 1,1–0.002{\cdot}L$, мында L – эзиндини берүү алыстыгы, м; η – кубаттануу ПАКы.

Эзинди соруунун, нормалдуу болуусун жөнгө салуу үчүн, иштөөчү камеранын толуу катышын $K_т$ жөнгө салууга, бышкектин иштөө ылдамдыгы (бышкектин жүрүшүнүн саны $n_б$) берилүүчү эзиндинин кыймылдуулугу азайуусуна жараша, азайуусу зарыл [7]. 1-сүрөттө сорулуп жаткан эзиндинин кыймылдуулугунун азайышына жараша бышкектин орточо ылдамдыгынын азайуу графиги көрсөтүлгөн.

Соруучу d_1 жана түртүүчү d_2 түтүктөрдүн өлчөмдөрүн (м) агымдын үзгүлтүксүз болуусун камсыздоосунан аныктайбыз:

$$Q_ч = \frac{\pi d_1^2}{4}\upsilon_1 = \frac{\pi d_2^2}{4}\upsilon_2 \qquad (15)$$

мындан

$$d_1 = \sqrt{4Q_ч /(\pi\upsilon_1) + \delta} \qquad (16)$$

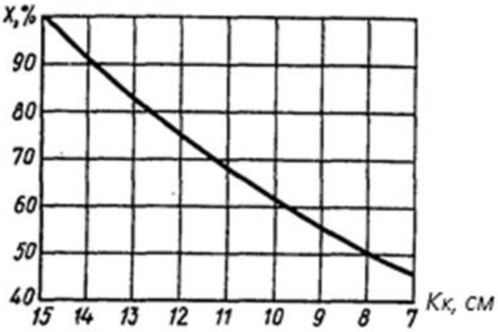
$$d_2 = \sqrt{4Q_ч /(\pi\upsilon_2) + \delta} \qquad (17)$$

мында υ_1 жана υ_2 соруучу жана түртүүчү түтүктөрдөгү эзиндинин орточо ылдамдуулугу, м/с; δ – бышкек көөдөнүнүн ички бетиндеги эзиндинин калыңдыгы м.

Эзиндинин ар бир так, даана кыймылдашына, эзинди соркыскычтын соруучу түтүгүндө, оптималдуу ылдамдык бар, андыктан иштөөчү камеранын көбүрөөк толуусу камсыздалат. Ошентип аки-кум эзинди аралашмасы 1:3 кыймылдуулугу 13 см болгондо оптималдуу ылдамдык υ_1 =1,8 м/с. Кыймылдуулугу башка болуп, аралашмасы ушундай эле болгон эзиндиге, оптималдуу ылдамдыгы башка болот. Анын маанисин, графикти (1-сүрөт) колдонуп, төмөнкү көз карандылыктан, аныктайбыз:

$$\upsilon_{1x} = \frac{\upsilon_1(100\% \pm x\%)}{100\%} \tag{18}$$

мында υ_{1x} – эзиндинин конкреттүү кыймылдуулугуна керектелүүчү ылдамдык, м/с; *x%* – төмөндөө пайызы (–) же жогорулоосу (+) кыймылдуулугу 13 см болгон эзиндиге керектелүүчү ылдамдык.



1-сүрөт Сорулуп жаткан эзиндинин кыймылдуулугуна азайышына жараша бышкектин орточо ылдамдыгынын азайышы

Эзинди соркыскычтын өндүрүмдүүлүгүнө сарпбашкаргычтын иштөөсү таасир берет. Сарпбашкаргычтарга болгон негизги талаптар - тынч иштөөсү жана орундугуна отургузгандагы тарсылдаган үндүн жок болуусу. Эзинди менен иштөө абалында сарпбашкаргычтын ордуна олтуруусу байкалбаган үн менен коштолуусу ыктымал, эгерде

$$h_{max} n_б \leq \frac{1{,}02...1{,}05}{\sqrt{K_p}} \cdot \sqrt[3]{c} \tag{19}$$

мында h_{max} – сарпбашкаргычтын эң жогорку чекке көтөрүлүшү, мм, $n_б$ – бышкектин жүрүшүнүн жыштыгы, $с^{-1}$; K_p – стандарт конусундагы эзилменин кыймылдашы, см. *c* – эзиндинин курамынан көз каранды катышы, $мм^3 \cdot см^{1/8} \cdot с^{-1}$; акиташ кошулмалуу эзиндилер үчүн (1:3) c=120, цемент кум кошулмалар үчүн (1:3) c=70, оор кошулмаларга (1:1:6) c = 80.

Сарпбашкаргычтын чектелген жылчыгынын минималдык өлчөмү кошулмадагы кумдун бөлүкчөлүрүнүн чоңдугуна жараша тандалат. Дубалдагы шыбактын калыңдыгы 11 мм. кем болбош керек. Сарпбашкаргычтын салмагын m_k (кг) берилген басымынын

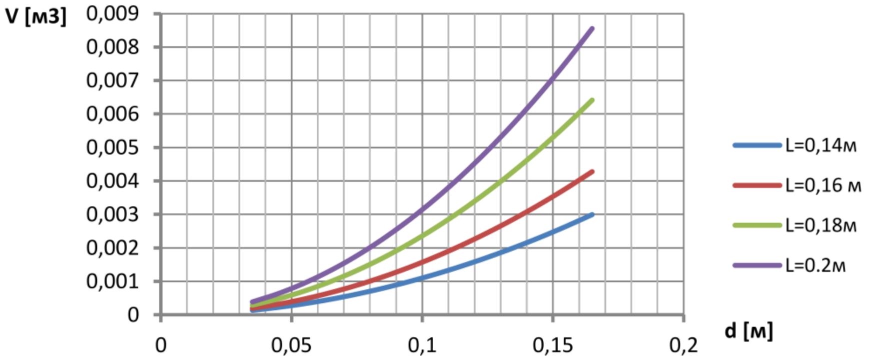
айырмасына $\Delta p_к$ (мПа) жараша тактайт, басым тараптагыга караганда соро турган сарпбашкаргыч тарапта, ал 0.01 мПага чоң:

$$m_k = \Delta p_к A_c \cdot 10^{-3} \qquad (20)$$

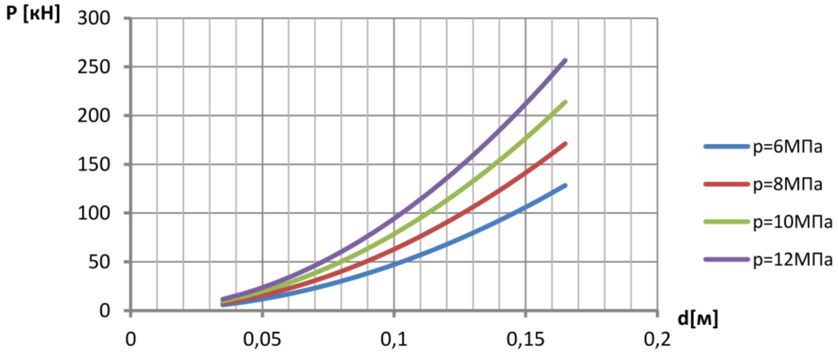
мында A_c – сарпбашкаргычтын үстүнкү бетинин аянты, эзинди менен жуулуп өтө турган тарабы, $м^2$

Чоң жана кичине өлчомдөгү бышкычтардын өлчөмдөрүнүн бири-бирине болгон байланышын $d = \frac{D}{\sqrt{2}}$ болгондо цилиндр менен бышкычка күч жана ылдамдык эки тарапка тең бирдей болот.

Жогорудагы эсептин жыйынтыктарынын негизинде көлөмдүн жана күчтүн жоон өлчөмдөн көз карандылыктары 2, 3 сүрөттөрдө келтирилди.



2-сүрөт -Көлөмдүн жоон өлчөмдөн көз карандылыгы



3-сүрөт - Күчтүн жоон өлчөмдөн көз карандылыгы

Кум–цемент эзиндини жеткирүүчү эки бышкектүү соркыскычтын түзүлүштөрүнүн параметрлерин эсептөөчү негизги

формулалар келтирилип, эзинди соркыскычтын өндүрүмдүүлүгүнүн азайуусунын себептери аныкталды. Эки бышкектүү соркыскычтын цилиндрлеринин көлөмдөрүнүн жана күчтөрүнүн жоон өлчөмдөн көз карандылыктары басымдын жана бышкектин жумушчу жылуусунун өзгөрүүсүнө жараша тургузулду.

Адабияттар тизмеси

1. Джуматаев, М.С., Баялиев, А.Ж., Солпиев, С.Т. Цемент–кум аралашмасын берүү үчүн эки бышкектүү соркыскычты жасоо маселеси. Н. Исанов атындагы КМКТАУнун № 3 (65) Жарчысы – Бишкек ш., 2019 ж. – 404–410 б.

2. Волков, Д.П., Крикун, В.Я. Строительные машины и средства малой механизации: Учебник для сред. проф. образования – М.: Мастерство, 2002. – 480 с.

3. Волков, С.А., Евтюков, С.А. Строительные машины: Учебник для строительных вузов. – Санкт-Петербург: Издательство ДНК. 2012. – 597 с.

4. Сергеев, В.П. Строительные машины и оборудование: Учеб. для вузов по спец. «Строительные машины и оборудование» . – М.: Высш. шк., 1987. – 376 с.

5. Уханов, В.С. Изучение устройства растворонасосов и определение их производительности: методические указания к выполнению практических и лабораторных работ для студентов инженерно-технических специальностей. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2008. – 16 с.

6. http://bbrands.ru/istoriya-poyavleniya-betononasosov/

7. Добронравов, С.С., Парфенов, Е.П. Машины и механизмы для отделочных работ. – М.: Высш. шк., 1989. – 273 с.

8. Комаринский, М. В. Производительность поршневого бетононасоса // Интернет-журнал "Строительство уникальных зданий и сооружений". 2013. № 6 (11).

9. Галузин, В.М., Комаринский, М.В., Телешев, В.И. Выбор машин и оборудования для производства бетонных работ. Учебное пособие. – СПб., 1997. 78 с.

10. Выбор и определение параметров оборудования для механизации штукатурных работ: методические указания к практическим занятиям. / Сост. Н.В. Гончаров. Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2010. 18 с.

11. Усубалиев, Ж., Бактыгулов, К.Т., Эликбаев, К.Т., Апышев, Ж.А. Жалпы техникалык орусча кыргызча сөздүк. – Б.: ИЦ «Текник», 2011 ж. – 294 б.

12. Орусча-кыргызча сөздүк. Кыргыз ССР Илимдер Академиясынын академиги, Б.О. Орузбаеванын редакциясы астында, «Кыргыз Совет Энциклопедиясынын Башкы Редакциясы». – Фрунзе, 1988