

Изобретение относится к насосостроению и может быть использовано в строительстве, промышленности строительных материалов и в животноводстве.

Известен аналог - малоимпульсный насос [1] по авт.св. СССР № 1446348, опублик. 1988. Насос содержит вертикально расположенный в корпусе дифференциальный проточный плунжер, всасывающий и нагнетательный клапаны, раму с приводом, качающийся вокруг плавающей опоры и кинематически связанный с плунжером рычаг, на котором шарнирно закреплена рамка с двумя роликами, охватывающими кулачок, основная часть профиля которого выполнена по эквидистанте кривой $R = R_0 \pm K_1 \varphi$, а оставшаяся - часть в секторах с центральным углом $\pm 4,5^\circ$ от мертвых точек - по эквидистанте кривой $R_2 = R_0 \pm K_2 \varphi^2$, где R_1 , R_2 - текущие радиусы кулачка, R_0 - исходный радиус кулачка, K_1 , K_2 - коэффициенты, φ - центральный угол, а эквидистантное расстояние равно радиусу роликов.

Недостатки аналога - излишне громоздкий привод плунжера, значительные динамические нагрузки от смены направления движения массивных деталей привода и плунжера в мертвых точках, сложная для изготовления и ремонта сварная конструкция плунжеров, ускоренный износ трущихся деталей плунжерной группы из-за значительных поперечных усилий на плунжере.

Наиболее близким к заявляемому объекту является прототип - растворонасос [2] по авт.св. СССР № 1707226, опублик. 1992. Растворонасос содержит два рабочих цилиндра с поршнями и штоками, установленные с образованием рабочей и компенсационной камер, первая из которых снабжена всасывающим и нагнетательным клапанами, а вторая сообщена непосредственно с нагнетательным трубопроводом; установленный в корпусе на подшипниковых опорах приводной вал с кривошипом и профилированным кулачком, причем шток поршня рабочей камеры посредством шатуна кинематически связан с кривошипом, а привод поршня компенсационной камеры включает опорный каток, установленный непосредственно на штоке поршня компенсационной камеры с возможностью контакта с профилированной поверхностью кулачка и подпружинен для контакта с этой поверхностью. Половина профиля кулачка

выполнена по спирали Архимеда $R_k = R_0 + \frac{R}{\pi} \varphi$, а вторая его половина - по кривой Текущий

$$R_2 = R_0 + R(1 - \cos \varphi) - \frac{R}{\pi} (2\pi - \varphi), \text{ где } R_k -$$

радиус кулачка; R_0 - начальный радиус кулачка; R - радиус кривошипа приводного вала; φ - угол поворота кулачка. Все указанные здесь признаки прототипа, кроме профиля кулачка, являются общими с заявляемым объектом.

Недостатком прототипа является профиль его кулачка. Во-первых, при разработке профиля второй половины кулачка принято, что ход поршня рабочей камеры описывается уравнением $X = R(1 - \cos \varphi)$. На

самом деле с учетом длины шатуна ход поршня описывается уравнением $X = R(1 - \cos \varphi \pm \frac{\pi}{2} \sin^2 \varphi)$, где λ - отношение радиуса кривошипа к длине шатуна. Для кривошипно-шатунных механизмов с длинным шатуном член $\frac{\pi}{2} \sin^2 \varphi$ можно пренебречь, но из соображений снижения габаритов насоса и его массы

применять длинный шатун нецелесообразно, поэтому исключать член $\frac{\pi}{2} \sin^2 \varphi$ из уравнения хода поршня не следует. Во-вторых, профиль обеих половин кулачка прототипа выполнен по кривым, которые описывают необходимый ход поршня компенсационной камеры. Но изменяя величины текущего радиуса кулачка и хода поршня будут полностью совпадать только тогда, когда радиус опорного катка будет равен нулю. Поскольку по условиям значительных рабочих нагрузок опорный каток имеет большой радиус, приращение хода поршня будет заметно отличаться от увеличения текущего радиуса кулачка, а при $\varphi = 0$ контактная поверхность опорного катка вообще не будет касаться начального профиля кулачка. Оба указанных недостатка профиля кулачка понижают активность работы поршня компенсационной камеры и приводят к повышению пульсации подачи.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствования малоимпульсного насоса, в котором путем совершенствования профиля кулачка достигается снижение пульсации подачи перекачиваемой среды.

Поставленная задача решается тем, что в малоимпульсном насосе, содержащем два рабочих цилиндра с поршнями и штоками, установленные с образованием рабочей и компенсационной камер, первая из которых снабжена всасывающим и нагнетательным клапанами, а вторая сообщена непосредственно с нагнетательным трубопроводом, установленный в корпусе на подшипниковых опорах приводной вал с кривошипом и профилированным кулачком, причем шток поршня рабочей камеры посредством шатуна кинематически связан с кривошипом, а привод поршня компенсационной камеры включает опорный каток, установленный непосредственно на штоке поршня компенсационной камеры с возможностью контакта с профилированной поверхностью кулачка и подпружинен для контакта с этой поверхностью, согласно изобретению, одна половина профиля кулачка выполнена по эквидистанте спирали Архимеда

$$R_1 = R_0 + \frac{R}{\pi} \varphi \quad (1)$$

а вторая половина профиля - по эквидистанте кривой

$$R_2 = R_0 + R(1 - \cos \varphi \pm \frac{R}{2l_{ш}} \sin^2 \varphi) - \frac{R}{\pi} (2\pi - \varphi), \quad (2)$$

где R_1 , R_2 - текущий радиус кривой (1), (2); R_0 - начальный радиус кривых (1), (2), равный расстоянию между осями кулачка и опорного катка при $\varphi = 0$; R - радиус кривошипа приводного вала; $l_{ш}$ - длина шатуна привода поршня рабочей камеры; φ - угол поворота приводного вала в пределах $0 < \varphi < 2\pi$; а эквидистантное

расстояние кривых (1),(2) равно радиусу опорного катка.

Сущность изобретения заключается в том, что для конструирования кулачка используются кривые не самого профиля кулачка, а кривые зависимости хода оси опорного катка от угла поворота приводного вала (и кулачка). Поскольку ось опорного катка жестко закреплена на штоке поршня компенсационной камеры, эти кривые описывают и ход самого поршня. Кривая (1) характеризует закон движения поршня компенсационной камеры во время такта всасывания поршня рабочей камеры в интервале φ от 0 до π . В этом случае поршень компенсационной камеры, двигаясь с постоянной скоростью, совершает ход, равный радиусу кривошипа R , то есть половине хода поршня рабочей камеры ($2R$). Кривая (2) описывает закон движения поршня компенсационной камеры в такте нагнетания поршня рабочей камеры в интервале φ от π до 2π . Здесь из текущей величины уточненного хода поршня рабочей камеры вычитается величина хода мнимого поршня, который, двигаясь с постоянной скоростью, совершил бы в интервале φ от π до 2π ход, также равный радиусу кривошипа R . Таким образом, поршень компенсационной камеры, двигаясь по закону, описанному кривыми (1) и (2), обеспечивает равномерную подачу перекачиваемой среды в течение всего цикла работы насоса. Для осуществления указанного закона движения поршня компенсационной камеры профиль кулачка должен быть выполнен по эквидистанте кривых (1) и (2) с эквидистантным расстоянием, равным радиусу опорного катка. В результате применения уточненного закона движения поршня рабочей камеры и расчета профиля кулачка исходя из закона движения поршня компенсационной камеры, обеспечивающего равномерную подачу в обоих полуциклах работы насоса равными порциями, удалось получить почти безимпульсную работу насоса.

Примером конкретного исполнения может служить малоимпульсный растворонасос со следующими параметрами: диаметры поршней - 90 мм, радиус кривошипа - 40 мм, ход поршня рабочей камеры - 80 мм, длина шатуна - 180 мм, диаметр опорного катка - 90 мм, начальное расстояние между осями приводного вала и опорного катка - 105 мм, частота двойных ходов поршней - $144 \frac{1}{\text{мин}}$, подача - $3,6 \frac{\text{м}^3}{4}$, давление подачи - до 2,5 МПа, объемный КПД при перекачивании штукатурных растворов подвижностью 10 см - 0,8, мощность привода - 5,5 кВт, габариты 590х760х620 мм, масса - 272 кг.