Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies 5 (2012 5) 601-606
~ ~ ~

УДК 62-82(07)

Проектирование всасывающих трубопроводов гидросистем мобильных машин

А.С. Каверзина*, Альмохаммад Альнайеф Мохаммад
Сибирский федеральный университет,
Политехнический институт,
Россия 660073, Красноярск, Киренского, 26 [1]

Received 06.09.2012, received in revised form 13.09.2012, accepted 20.09.2012

Данная разработка является первой в этом направлении и в большей степени относится к объемному гидроприводу самоходных машин, однако некоторые ее рекомендации могут быть учтены при проектировании гидроприводов станков и других стационарных машин.

Ключевые слова: всасывающая способность, гидрофицированные машины, развитие кавитации, применение эжекции, дегазация рабочей жидкости, оптимизация вязкости.

Введение

Работоспособность и эффективность объёмных гидроприводов мобильных машин, эксплуатируемых на открытом воздухе в различных климатических зонах зависит от многих конструктивных и эксплуатационных факторов:

- температуры и влажности окружающего воздуха, состояния дорог и глубины снежного покрова, прочности разрабатываемого грунта, высоты над уровнем моря, продолжительности светового дня, уровня солнечной радиации;
- конструкции и параметров гидропривода и машин;
- режима работы гидропривода;
- числа включений гидропривода в смену.

В конструкторских коллективах промышленных предприятий и отраслевых научно-исследовательских институтов накоплен значительный опыт по созданию и совершенствованию гидропривода различных технологических машин, металлорежущих и деревообрабатывающих станков, кузнечно-прессового оборудования. В данной статье обобщен опыт отечественных конструкторских бюро. Повысить работоспособность и эффективность гидравлического привода можно, как на стадии проектирования, так и на стадии эксплуатации гидрофицированных машин следующими методами:

- дегазацией рабочей жидкости;
- улучшение динамических характеристик применением демпферов и гасителей давления;

* Corresponding author E-mail address: Kas_05@mail.ru
[1] © Siberian Federal University. All rights reserved

– оптимизацией температуры (вязкости) рабочей жидкости;
– фильтрация рабочей жидкости;
– уменьшением внутренних и внешних утечек;
– предотвращением разрушения трубопроводов;
– повышением качества обработки поверхностей трения гидрооборудования;
– повышением точности сопряжений подвижных соединений;
– оптимизацией разводки трубопроводов;
– унификацией гидромашин и гидроаппаратуры;
– созданием комплексной гидроаппаратуры.

Наибольший эффект создания конкурентноспособных гидрофицированных машин достигается одновременным использованием вышеуказанных конструктивных мероприятий. Однако это приводит к усложнению конструкции машин, повышению их стоимости и массы.

Повысить работоспособность и эффективность гидрофицированных машин можно более простым способом, который не требует глобальной реконструкции машины и гидропривода, а именно, за счет повышения всасывающей способности насосов. Применительно к объемным гидронасосам под всасывающей способностью понимают их возможность сохранять сплошность потока жидкости во всасывающей камере, где вследствие снижения давления может быть достигнут предел прочности жидкости на разрыв. Нарушение сплошности потока приводит к парообразованию, выделению нерастворенного воздуха (газов) и, в конечном итоге, к кавитационному режиму работы насоса. В режиме развитой кавитации насосы изнашиваются за 2-3 часа, поэтому кавитационный режим работы считается аварийным режимом, который является недопустимым в условиях эксплуатации. Исключить его можно улучшением всасывающей способности насосов. На рис. 1 приведены способы улучшения всасывающей способности насосов.

Рис.1. Классификация способов улучшения всасывающей способности насосов

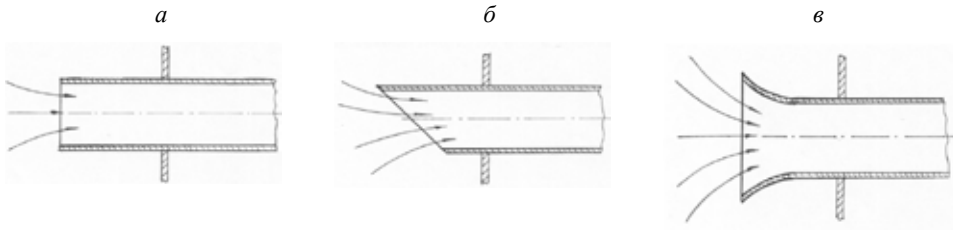

Рис. 2. Схема всасывающих патрубков: *а* – прямая отрезанная труба; *б* – скошенная под углом 30 – 45°; *в* – труба коноидальной формы

1. Объемные насосы на самовсасывании работают крайне неудовлетворительно, а при низких температурах (ниже – 10 °С) не работают совсем. Поэтому на гидрофицированных машинах различного технологического назначения гидробак устанавливают выше насоса так, чтобы свободная поверхность жидкости в гидробаке не менее, чем на 0,5 м была выше всасывающей камеры насоса. Гидравлическое сопротивление всасывающего трубопровода не позволяет обеспечить полное заполнение камер насоса, особенно при низких температурах, когда вязкая жидкость не проходит свободно по трубе. Поэтому размещение гидробака выше всасывающей камеры позволяет создавать перед насосом давление выше атмосферного на величину $h\,g\,p$, где h – высота всасывания; g – ускорение свободного падения; p – плотность жидкости.

2. Увеличение площади и изменение формы всасывающего отверстия. Это достаточно простое конструктивное изменение позволяет существенно повысить всасывающую способность насосов. На рис. 2 представлены схемы всасывающих патрубков современных мобильных машин. Обычно всасывающий патрубок имеет срез по прямым углом, что упрощает технологию и уменьшает стоимость изготовления. Однако прямой срез не исключает вихревых явлений жидкости при входе во всасывающее отверстие, что создает дополнительные гидравлическое сопротивление и способствует развитию кавитации.

За счет среза трубы под углом 30 – 45° существенно (в 1,4 – 1,6 раза) увеличивается площадь всасывающего отверстия, и снижаются вихревые явления на кромке трубопровода. Однако кардинально повысить всасывающую способность насоса можно за счет применения патрубка коноидальной формы (рис. 2, в). Такие патрубки позволяют использовать кинетическую энергию потока жидкости. Создавать во всасывающей камере насоса избыточное давление и повышать всасывающую способность насоса.

3. Уменьшение длины всасывающего трубопровода. Также позволяет повысить всасывающую способность насосов за счет снижения путевых потерь гидролинии. Протяженность всасывающего трубопровода зависит от места и способа крепления насоса к двигателю внутреннего сгорания и месторасположения гидробака. При проектировании гидропривода следует на стадии компановки гидрооборудования учитывать требования по минимальной длине трубопровода. По соображениям повышения всасывающей способности насосов в гидроприводе станков последние размещают непосредственно в гидробаке. Применительно к самоходным гидрофицированным машинам такое конструктивное решение выполнить невозможно. На лесозаготовительных машинах протяженность всасывающего трубопровода достигает от 2,5 м (лесоукладчики) до 3,5 м (валочнопакетирующие машины).

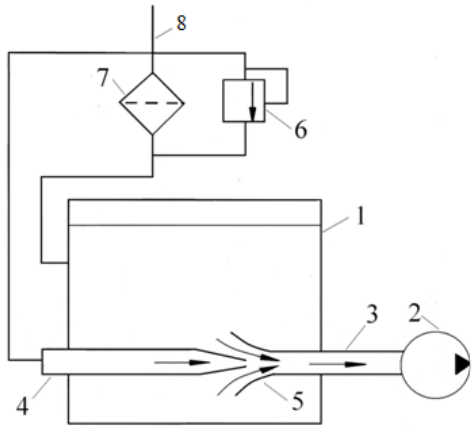

Рис. 3 Схема повышения всасывающей способности насосов эжекцией: 1 – корпус гидробака; 2 – насос; 3 – всасывающий патрубок; 4 – сопло; 5 – диффузор; 6 – переливной клапан; 7 – фильтр; 8 – сливная линия

4. Снижение местных сопротивлений

Также способствует повышению всасывающей способности насосов, причем существенно больше, чем уменьшение длины трубопровода. Это подтверждается данными наших экспериментальных исследований. Во всасывающей гидролинии не должно быть обратных клапанов, фильтров, изгибов под прямым углом, ответвлений и других местных сопротивлений.

5. Увеличение диаметра всасывающего трубопровода

Позволяет несколько повысить всасывающую способность за счет снижения его гидравлического сопротивления. Расчеты и опыт эксплуатации показывают, что кардинально повысить всасывающую способность насосов за счет увеличения диаметра трубы не удается, тем более существует предел этого увеличения по конструктивным соображениям. Максимальный диаметр всасывающего трубопровода можно получить расчетом, приняв скорость потока жидкости в трубе равную 0,8 м/с.

6. Применение гидробаков с давлением выше атмосферного. Создание избыточного давления на свободной поверхности жидкости в гидробаке способствует улучшению всасывающей способности насоса. Однако это требует введения дополнительного привода компрессора и применения автономной системы управления, поэтому такой способ не получил широкого использования.

7. Применение эжекции во всасывающем трубопроводе позволяет повысить всасывающую способность насоса за счет использования кинетической энергии струи жидкости. На рис. 3 представлена схема использования эжекции для повышения всасывающей способности насоса.

Принцип работы устройства заключается в следующем. Перед фильтром за счет его гидравлического сопротивления давление жидкости составляет не менее 0, 35 Мпа, а при низких температурах за счет повышения вязкости или засорении фильтроэлемента оно еще более увеличивается. Это давление можно использовать для направления части потока непосредственно во всасывающую линию насоса. Поток жидкости из сопла 4 увлекает жидкость из гидробака в

сопло 5. Создается избыточное давление во всасывающем патрубке 3, за счет чего исключаются кавитационные явления в насосе.

8. Оптимизация вязкости рабочей жидкости.

Кардинально решает проблемы работоспособности и эффективности гидравлического привода, в том числе повышает и всасывающую способность насосов. Чем меньше вязкость рабочей жидкости, тем меньше гидравлические сопротивления (местные и путевые) и потери давления во всасывающем трубопроводе. Экспериментально установлено, что вязкость жидкости должна находиться в пределах (10-65)Ч10 $^{-6}$ м^2/с для гидроприводов с аксиально-поршневыми насосами и (50-2500)Ч10^{-6} м^2/с для гидроприводов с шестеренными насосами. Для поддержания вязкости в указанном оптимальном диапазоне гидропривод самоходных машин, эксплуатируемых на открытом воздухе, должен иметь специальные теплообменные устройства.

9. Уменьшение шероховатости внутренней поверхности всасывающего трубопровода.

Также позволяет несколько повысить всасывающую способность насосов, особенно при низких температурах, когда шероховатость оказывает большее влияние на коэффициент трения **l** вязкой жидкости. Изготовление всасывающих трубопроводов из пластмасс практически решает эту проблему.

10. Дегазация рабочей жидкости.

Почти полностью исключает кавитационный режим работы насосов и существенно повышает их всасывающую способность, особенно при оптимальных температурах рабочей жидкости. Однако до настоящего времени дегазация рабочих жидкостей в гидроприводе самоходных машин не применяется. Это объясняется отсутствием достаточно простых устройств дегазации, способных надежно работать в различных климатических условиях.

Заключение

Используя одновременно указанные на рис. 1 способы можно исключить кавитацию жидкости при самых неблагоприятных условиях эксплуатации гидрофицированных машин.

Список литературы

[1] *Каверзин С.В., Каверзина А.С, Пилюгаев И.Н.* Кавитация в гидроприводе самоходных машин и способы ее снижения // Машиностроение –сборник научных статей СФУ, 2009. С. 76-82.

[2] *Каверзин С.В., Каверзина А.С.* Анализ способов повышения производительности гидрофицированных самоходных машин // Машиностроение – сборник научных статей СФУ, 2009. С. 93-97.

Projection of the Suction Pipe Hydraulic Systems of Mobile Machines

Anna Kaverzina and Almohammad Alnaief Mohammad
Siberian Federal University,
Polytechnic institute
26 Kirensky, Krasnoyarsk, 660074 Russia

This elaboration is the first in this direction and to a greater extent refers to the volumetric hydraulic drive self-propelled machines, however, some of its recommendations can be taken into account when designing the hydraulic drives of machine tools and other stationary machines.

Keywords: the suction ability, hydroficated machines, the development of cavitation, application of ejection, degassing of a working liquid, optimization of the viscosity.