

ENGINES MOBILES

Assurer la stabilité avec des valves à deux étages

Les ingénieurs sont confrontés à un défi commun dans l'application des valves de retenue de charge ou d'équilibrage, à savoir les machines présentant un degré élevé de dynamique de charge. **Pour résoudre le problème de manutention télescopique, des valves d'équilibrage à deux étages créent la stabilité nécessaire dans les machines avec des charges ultradynamiques.**



Pour les machines ayant des charges dynamiques élevées, les concepteurs ne peuvent pas se contenter de valves standard.

Qu'il s'agisse de véhicules avec des flèches élancées ou des flèches multiples, de patins d'usure avec des forces de frottement variables ou des pneus, tous ces éléments sont soumis à des niveaux élevés de dynamique de charge. Les pompes à béton sont un exemple courant, car elles ont besoin de plusieurs flèches longues et élancées pour acheminer le matériau sur le chantier. Les chariots élévateurs tous terrains ou les engins de manutention télescopiques sur pneus en sont d'autres illustrations.

Dans le cas d'un dispositif de manutention télescopique, le long cylindre peut agir comme un condensateur et stocker l'énergie une fois déployé. La pression à l'intérieur du cylindre augmente pour atteindre la pression du système et la valve de retenue de charge se réajuste et verrouille la pression du système dans le cylindre, quelle que soit la pression induite par la charge.

Lorsque l'opérateur commence à abaisser la charge, l'énergie stockée signale à la valve de retenue de charge la présence d'une charge importante sur la flèche, et qu'il suffit d'une pression de pilotage minimale pour ouvrir la valve. Cette dernière s'ouvre très rapidement et permet à l'énergie stockée de se dissiper, provoquant la dérive momentanée ou la réaction disproportionnée de la valve. Par conséquent, une instabilité initiale se produit au moment de la rétraction de la flèche.

Deux architectures : action directe et zone différentielle

Le marché propose deux principaux types de valves de retenue de charge, connus

sous les termes d'action directe et de zone différentielle. Chacune de ces conceptions est équipée d'un clapet unique pour mesurer le débit du cylindre vers le distributeur, et la pression de charge agit contre ce clapet. La différence entre les deux conceptions, essentielle à la stabilité de la flèche, réside dans la force de suspension nécessaire à la remise en place du clapet.

Dans les valves à action directe, la pression de charge agit sur toute la surface du clapet. Plus la zone est large, plus la force de suspension doit être importante pour remettre en place le clapet. Des millions de soupapes de décharge à action directe sont utilisées communément chaque année dans les circuits hydrauliques standards.

En revanche, une valve à zone différentielle fonctionne en appliquant une pression de charge sur une zone différentielle entre le clapet et le siège. La zone sur laquelle la pression de la charge agit est donc plus petite. Par conséquent, la force de suspension nécessaire pour remettre le clapet en place est moindre. Ainsi, la valve peut mesurer des débits importants avec une grande rapidité. Si cette solution est avantageuse pour les applications à très haut débit, elle peut entraîner une instabilité et un grincement dans les applications hydrauliques typiques à débit modéré.

Les valves à action directe sont plus stables car une suspension plus ferme rend le clapet moins réactif aux petites fluctuations de la pression de charge. Cette propriété de décharge plus accentuée, qui empêche les petites variations de pression de pilotage d'ouvrir rapidement la valve, permet un débit stable et contrôlé.

Cependant, les valves à zone différentielle

réagissent plus brusquement aux variations de la pression de pilotage. Il suffit d'une petite variation de la pression de pilotage pour augmenter sensiblement le débit mesuré, ce qui rend la valve plus instable.

Gérer l'instabilité de la flèche

Pour les machines ayant des charges dynamiques élevées, les concepteurs ne peuvent pas se contenter de valves standard. De nombreux ingénieurs automobiles utilisent des valves restrictives et semi-restrictives pour des véhicules à dynamique élevée. Ces valves consistent à restreindre l'ouverture pour que l'huile soit acheminée à travers un orifice. Bien que la restriction puisse réellement réduire l'instabilité en limitant le débit, elle est intrinsèquement inefficace, car elle génère de la chaleur et complique le contrôle de la vitesse de l'actionneur.

La conception des valves à deux étages, comme celle de la valve ICEL d'Eaton, constitue une alternative plus efficace aux valves restrictives. La valve à deux étages

© EATON HYDRAULICS



La conception des valves à deux étages d'Eaton, constitue une alternative plus efficace aux valves restrictives.

crée une restriction initiale qui est ensuite supprimée lorsque la valve est stabilisée et que la pression pilote augmente. À l'ouverture de la valve, la valve à deux étages maintient une pression de retenue de charge initiale afin d'empêcher la désintégration totale de l'énergie stockée dans le cylindre. Cette opération consiste à maintenir la pression de retenue de charge par l'intermédiaire du clapet central et du ressort intérieur. Une fois cette énergie dissipée, le clapet et le ressort extérieurs

se comportent de la même manière que le réglage de la pression dans une valve de retenue de charge standard et remettent le clapet en place en cas de dérive ou de réaction disproportionnée de la charge.

En ayant un ressort extérieur fixe et un ressort intérieur réglable, la valve à deux étages permet au concepteur d'établir une gamme de réglages de pression acceptables qui correspondent à l'application spécifique. Il est ainsi possible de régler la valve à 200 bars (3 000 psi) avec une pression d'équilibrage comprise entre 35 et 70 bars (500 à 1 000 psi), par exemple.

Les valves à deux étages sont une solution efficace pour les machines ultra-dynamiques, car elles réduisent l'instabilité soudaine ou les claquements survenant à la mise en mouvement d'un cylindre grâce à une pression de retenue de charge initiale.

Testées sur le terrain

Eaton a effectué une série de tests sur le terrain sur un dispositif de manutention télescopique ayant une capacité de levage



© EATON HYDRAULICS

Une série de tests a été effectuée à différents régimes moteur (1 040 tr/min, 1 500 tr/min et 2 300 tr/min) avec les fourches du dispositif de manutention télescopique chargées et déchargées.

de 8 000 livres (environ 3,6 tonnes) pour montrer comment une valve à deux étages peut éliminer l'instabilité de la flèche. Au cours des tests, des valves réactives à la charge ont été remplacées par les valves à deux étages d'Eaton sur le cylindre de levage de base de la machine.

La machine a été équipée de potentiomètres à fil sur les cylindres d'extension et de levage. Des jauges de pression ont été placées sur le collecteur entre la soupape de commande et la valve d'équilibrage pour surveiller les fonctions de levage, extension et inclinaison. Les jauges ont été placées sur la base et le côté tige du cylindre. Un mesureur inertiel (IMU) a été placé à l'extrémité de la flèche pour mesurer le mouvement.

Afin de comparer les performances de différents types de valves et de déterminer les conditions entraînant une oscillation, et celles dans lesquelles l'oscillation est la plus prononcée, une série de tests a été effectuée à différents régimes moteur (1040 tr/min, 1500 tr/min et 2300 tr/min) avec les fourches du dispositif de manutention télescopique chargées et déchargées. Le poids de la charge était de 1000 livres.

Trois situations d'instabilité

Les tests ont établi trois situations de levage/abaissement de flèche dans lesquelles les valves réactives à la charge ont montré une instabilité, entraînant l'oscillation de la machine :

1 ▪ Levage et abaissement de la flèche depuis une position fixe. L'effet est plus important lorsque les fourches sont chargées et que le moteur est au ralenti (1040 tr/min). Une différence considérable est également perçue à 2300 tr/min lorsque les fourches

sont chargées. Des différences apparaissent également à tous les régimes lorsque les fourches sont déchargées.

2 ▪ Levage, rétraction puis abaissement de la flèche depuis une position fixe. L'effet est important aux trois régimes moteur lorsque la machine est chargée. Lorsqu'elle est déchargée, l'impact est le plus important lorsque le moteur est au ralenti, mais toujours présent à 1500 tr/min et 2300 tr/min.

3 ▪ Levage et abaissement de la flèche pendant la conduite. Plus la flèche est étendue, plus l'oscillation est importante et prononcée.

En comparaison, les valves à deux étages augmentent la stabilité, éliminant quasiment l'oscillation de la machine. Pour les concepteurs et propriétaires de machines avec de longues flèches instables, l'oscillation représentait une nuisance, mais les résultats de ces tests montrent qu'elle peut être éliminée. Les fabricants d'équipements d'origine de machine peuvent concevoir des machines plus sûres et plus efficaces en spécifiant des valves d'équilibrage à deux étages dans les machines à forte instabilité intrinsèque. ■



Les valves à deux étages augmentent la stabilité, éliminant quasiment l'oscillation de la machine.

© EATON HYDRAULICS