

Résumé

L'extrusion est un procédé de mise en forme très répandu dans de nombreuses applications industrielles telles que la plasturgie, la métallurgie, les céramiques ou l'industrie agroalimentaire. Le procédé d'extrusion permet de fabriquer des produits de sections constantes (films, plaques, tubes, profiles...) au sein d'un système vis fourreau par passage au travers d'un outillage appelé matrice. Les fonctions principales du procédé sont d'assurer la fusion du polymère solide, puis la mise en pression du mélange du polymère fondu, afin d'alimenter dans de bonnes conditions la matrice, qui donnera sa forme au produit fabriqué. L'extrusion est aussi utilisée, en dehors de la mise en forme, pour des étapes de granulation, de compoundage ou de polymérisation. Les différents défauts susceptibles d'apparaître pendant le processus d'extrusion des matériaux limitent souvent les débits de production. La plupart des études sur les effets de la pression ont ignoré l'existence des instabilités d'écoulement susceptibles d'apparaître lors de l'extrusion des polymères, même lorsque les expériences avaient lieu à des gradients de cisaillement plus important que le gradient critique pour déclencher une instabilité viscoélastique en amont à une pression atmosphérique. Le champ de traitement du polymère a été traditionnellement et uniformément analysé en termes de méthodes de transformation générale, c.-à-d., l'extrusion, moulage par injection, soufflage de corps creux, calandrement, mélange et dispersion, moulage par rotation. Parmi eux, l'extrusion est l'outil le plus populaire puisqu'une vaste panoplie de matériaux thermoplastiques est traitée au moyen d'extrusion. Ce processus rend la conception de la matrice d'une importance primordiale. Une matrice d'extrusion bien étudiée peut délivrer uniformément le polymère fondu à travers la matrice. Cependant, il est difficile de concevoir et d'optimiser les formes de matrice à cause de la complexité des distributions d'écoulement en fonction de la géométrie de la matrice, la température, les forces de cisaillement, et les effets viscoélastiques. Des méthodes traditionnelles de conception des matrices d'extrusion sont basées sur des essais expérimentaux, est essentiellement sur l'expérience du concepteur et prennent beaucoup de temps, consomment du matériau et utilisent les équipements. Les propriétés non Newtoniennes du polymère fondu en particulier, comme la nature non isotherme de l'écoulement, affectent de manière significative le processus d'extrusion. Les applications de la méthode d'élément fini avec un algorithme d'optimisation ont été employées pour concevoir des matrices d'extrusion de polymère.

Une étude numérique par la méthode des éléments finis a été effectuée afin de déterminer les caractéristiques rhéologiques du polymère LDPE (Lower density Polyethylene) en extrusion à travers une matrice simple et axisymétrique. Ce polymère est considéré comme un fluide Newtonien généralisé qui suit la loi de Cross. Les expérimentations numériques ont été réalisées grâce au logiciel POLYFLOW développé par la firme Fluent, ce code de calcul est basé sur la méthode des éléments finis, il est spécialement conçu pour les écoulements des polymères. Le logiciel Polyflow nécessite le code GAMBIT comme un préprocesseur pour le maillage par éléments finis. Les paramètres de calcul fournis par le code Polyflow sont la vitesse, le taux de cisaillement, la pression et la viscosité dynamique. Ces résultats sont d'une importance primordiale pour le design est l'optimisation de la géométrie de la matrice. Une matrice d'extrusion bien étudiée, délivre un débit constant et uniforme de l'extrudât, ce qui se traduit sur la qualité du produit fini.

Cette étude nous montre clairement que le diamètre d'entrée et la vitesse angulaire de la vis n'ont aucune influence sur ces paramètres. D'autre part, l'augmentation du diamètre de sortie de la matrice fait uniformiser les caractéristiques de l'extrudât. Pour avoir un matériau dur et de viscosité faible il faut augmenter le débit, et si on désire obtenir des caractéristiques inverses il faut travailler avec un faible débit.