

1. Décrivez les avantages et les inconvénients du bois

- Avantages :
 - Économique
 - Rapport résistance vs. Poids élevé :
 - Densité du bois : 600-900 kg/m³;
 - Densité du béton : 2400 kg/m³;
 - Esthétique;
 - Construction relativement facile (peu de formation nécessaire);
 - Naturellement renouvelable (en termes de production).
- Inconvénients :
 - Orthotropique : propriétés différentes selon les directions;
 - Humidité : propriétés affectées par changements d'humidité (retrait);
 - Détérioration lorsqu'exposé à des changements de température et humidité et qu'il n'est pas traité;
 - Faible résistance au feu;
 - Susceptible au fluage.

2. Décrivez les composants principaux du bois.

- La cellulose (50% de la masse) :
 - Composant principal;
 - Forme des paquets de fibres = microfibrilles;
 - Responsable pour la résistance!;
- La lignine :
 - Rôle de matrice liante;
 - Lie les fibres et membranes cellulaires;
- Hémicellulose (25% de la masse) :
 - Collabore avec la lignine comme agent liant;
 - Importante pour la production du papier;
- Produits d'extraction du bois (10% de la masse) :
 - Produits chimiques qui apportent au bois sa couleur, odeur, etc.
- Eau :
 - Se trouve dans les membranes et cavités cellulaires

3. Qu'est-ce que c'est le point de saturation des fibres (FSP)? Expliquez le changement physique du bois en fonction de sa teneur en humidité (comparer avec le FSP!).

Le point de saturation des fibres (FSP) est la teneur en humidité à laquelle toute l'eau libre est éliminée. C'est-à-dire que les cavités cellulaires sont vides tandis que les membranes cellulaires sont quant à elles saturées d'eau liée. C'est un état d'équilibre qui varie selon l'espèce, mais se situe entre 27-30% de MC.

Lorsque :

- MC > FSP:
 - Les propriétés restent constantes même si la teneur en humidité change;
 - Les dimensions sont dites vertes;

- Il n'y a plus de changement de volume;
- C'est le point où la quantité d'eau maximale absorbée est atteinte.
- MC < FSP:
 - Les propriétés changent si la teneur en humidité change (séchage ou gonflement);
 - Le séchage est marqué par la réduction des dimensions de la section transversale;
 - Le gonflement est marqué par l'augmentation des dimensions de la section transversale;
 - Les dimensions sont dites sèches;

4. Expliquez la résistance du bois en fonction de sa teneur en humidité et densité.

Densité

Premièrement, il faut mentionner qu'il y a deux périodes de croissance résultant dans l'earlywood (spring wood) qui consiste de tubes plus larges et minces (car ils grossissent vite), ce qui résulte en un bois moins dense. Le latewood (fall wood) est plus petit et plus dense alors plus résistant.

De façon générale, plus le bois est dense plus ses propriétés mécaniques sont bonnes.

Humidité

Différemment de la densité, les propriétés mécaniques du bois diminuent avec l'augmentation du MC. Cela arrive, car l'augmentation du MC diminue le lien entre les cellules, ce qui produit une diminution des propriétés mécaniques du matériau. L'humidité va influencer la résistance du matériau jusqu'au moment où il se rencontrera dans son état FSP. Au-delà du FSP, l'humidité n'influence pas les propriétés du bois.

5. Expliquez le comportement orthotropique du bois (c.-à-d. présence des fibres) en fonction de sa résistance à traction et compression.

Le bois est orthotropique, c'est-à-dire qu'il comporte des propriétés différentes dans les 3 directions principales. Deux directions principales sont prises en considération : parallèle aux nervures (direction longitudinale du bois) et perpendiculaire aux nervures (direction radiale ou tangentielle). Il est à noter que la résistance parallèle aux nervures est plus grande que la résistance perpendiculaire aux nervures.

La contrainte de tension parallèle aux nervures peut être deux à quatre fois celle de la compression parallèle aux nervures et sa limite de proportionnalité est de 60% de la contrainte ultime tandis que pour la compression la limite de proportionnalité est à 80% de la contrainte ultime.

6. Quels sont les problèmes de durabilité du bois? Mentionnez les types de traitement possibles à faire pour améliorer la performance du bois à long terme.

Le bois peut être un matériau durable s'il est bien séché et conservé dans un endroit sec. Cependant, lorsqu'il est soumis à des fluctuations d'humidité, le bois non traité est susceptible à la détérioration. Les causes majeures de détérioration du bois sont le feu, les attaques fongiques, et les attaques d'insectes.

- Pour améliorer la résistance au feu :
 - Ajouter des plaques de plâtre;
 - Utilisation de produits chimiques;
 - Imprégnation sous pression (nouvelles structures);
 - Peintures (structures existantes).

- Pour établir une protection contre les attaques fongiques, on doit retirer l'un des 4 éléments nécessaires (ex. : Humidité, Air, Température favorable, nourriture-bois) :
 - Le plus simple est d'éliminer l'humidité et garder le bois au sec;
 - Appliquer des produits chimiques;
 - Séchage au four.
- Pour combattre les attaques d'insectes :
 - Traitement d'étanchéité (peintures ou produits chimiques);
 - Traitement par procédé autoclave (injection de produits chimiques sous pression);
 - Séchage à l'air ou au four.

7. Décrivez les trois types de composants de fer qui peuvent être utilisés en génie civil. Montrez les différences et donnez des exemples d'utilisation.

Le fer forgé, l'acier et la fonte sont trois types de composant de fer qui sont utilisés en génie civil. Le fer forgé, l'acier et la fonte ont chacun des consistances en fer et en carbone différentes qui varient leur propriété mécanique.

Fonte a un haut taux de carbone ce qui lui donne une très haute résistance, mais la rend très fragile. Puisque le matériel n'est pas ductile, il a une très faible résistance aux charges cycliques. De plus la fonte a une très mauvaise résistance aux feux. Ce type d'acier est principalement utilisé dans les tuyaux et les pièces de machinerie.

Le fer forgé a un taux en carbone très faible ce qui le rend plastique et maniable lorsqu'il est chauffé. Il est principalement utilisé dans les éléments décoratifs et tuyaux.

Acier teneur en carbone moyen qui peut varier. Il est principalement utilisé en construction pour sa bonne propriété mécanique en traction et sa ductilité.

8. Décrivez les 4 étapes de la fabrication de l'acier.

1. Fonte brute : Fonte du minerai de fer dans les hauts fourneaux à une température d'environ 1600°C. Sa fonction est de réduire le minerai de fer et éliminer les impuretés. La fonte brute est une fonte liquide qui est recueillie au bas du fourneau. Dans cette phase, un produit non-métallique de la fonte liquide est formé (i.e. le laitier de haut fourneau) et il est utilisé dans le béton.

2. Acier liquide : Dans un deuxième four, affinement de la fonte brute par l'ajout de minerais de fer et de chaux. Le type de four utilisé peut être un four à oxygène ou un four électrique.

3. Produit en acier : des alliages comme le manganèse, le chrome, le nickel et le cuivre sont ajoutés à l'acier liquide. Ces alliages sont utilisés pour augmenter la résistance, ductilité, la résistance à la corrosion et l'usinabilité de l'acier. L'acier liquide est coulé dans diverses formes.

4. Produit final : l'acier est ensuite laminé à chaud ou à froid pour obtenir le produit désiré.

9. Qu'est-ce que c'est un diagramme de phase? Pourquoi est-ce qu'il est important?

Le diagramme de phase des métaux représente les relations entre liquide et solide d'un matériau et les températures de transition. Il permet d'identifier les changements au niveau des atomes en fonction de la température du matériau selon son niveau en carbone.

10. Expliquez l'impact de la teneur en carbone sur les aciers. De la même façon, décrivez les 3 types de mécanismes de renforcement possibles pour les aciers.

Une haute teneur en carbone augmente la résistance, mais diminue la ductilité (plus fragile). Un acier avec une faible teneur en carbone a une résistance plus faible, mais une ductilité plus importante. Il existe trois types de mécanisme de renforcement de l'acier :

L'écroissage : Le traitement (laminage) à froid conduit à une déformation plastique causant un écroissage. CE traitement augmente la limite d'élasticité, la ténacité, mais réduit la ductilité.

Traitement thermique : Vitesse de refroidissement (recuit); un refroidissement lent crée de plus gros grains ce qui augmente la ductilité, mais diminue la résistance; un refroidissement rapide (durcissement) diminue la grosseur du grain ce qui augmente la résistance, mais diminue la ductilité. Si jamais le durcissement est utilisé, une deuxième étape (trempant) est faite pour engendrer de la ductilité et ténacité au matériau.

Ajout d'alliage supplémentaire : L'acier allié est un mélange d'acier avec un métal d'alliage pour modifier ses propriétés;

11. Normalement, la classification des aciers est basée sur 2 paramètres. Démontrez ces paramètres et décrivez l'importance des deux.

Les deux paramètres sont la composition chimique et la nuance. Avec la composition chimique, on peut comprendre les alliages qui ont été utilisés pour fabriquer un acier donné et alors l'utiliser pour une bonne application. La nuance démontre le type d'acier (par des lettres) et sa résistance (par des chiffres). La résistance correspond au F_y de l'acier, en général cette valeur est de 400 MPa au Canada ou grade 60 aux États-Unis. Cette valeur est la résistance de l'acier utilisé lors du design. Le type d'acier décrit ses utilisations possibles, si il est soudable, non soudable, résistant à la corrosion, etc.

12. Quels sont les types de laminage possibles? Quelles sont les différences entre elles ainsi que les produits fabriqués à travers de chaque une?

Les types de laminage possibles sont les laminages à chaud et à froid. L'acier laminé à chaud est utilisé pour les applications dans les charpentes et ponts (ex. poutres, colonnes et treillis). L'acier laminé à froid est utilisé pour les planchers composites et les toitures. L'acier laminé à froid a une plus grande limite d'élasticité et a une plus grande dureté, mais une ductilité beaucoup moindre que l'acier laminé à chaud.

13. Quelle est la différence d'un béton précontraint d'un béton armé?

L'armature du béton précontraint est appelée active, car est soumise à des forces de traction avant l'utilisation de la structure ce qui engendre une réaction de compression dans l'élément de béton et par la suite une résistance plus élevée en flexion que le béton armé (le béton armé a, d'ailleurs le type d'armature appelé passive. Elle seulement travaillera avec la fissuration du béton, différemment de

l'armature active). En plus, l'utilisation du béton précontraint permet d'utiliser des membres avec une plus longue portée.

14. Pourquoi peut le soudage nuire à la résistance en fatigue d'un élément structural en acier?

Normalement, peu importe le type de matériau, la fatigue se caractérise par la progression de l'endommagement préexistante (ou présence d'imperfections) à travers de l'application de chargements cycliques. Ainsi, dans le cas du soudage, on vérifie que même si bien fait, il consiste d'un point de faiblesse (ou d'imperfection) de la structure/élément structural, de sorte que lors d'un chargement cyclique, des fissures peuvent se développer dans la soudure ou bien dans la liaison soudure/acier, ce qui peut nuire le comportement (même que localisé) de la structure/élément soudé.

15. Montrez les paramètres nécessaires pour le développement de la corrosion des aciers. Indiquez les formes différentes de corrosion et les stratégies pour la contrôler.

Pour qu'il ait corrosion, l'acier doit être exposé à des agents agressifs comme les ions chlorures et/ou la carbonatation. En plus, quatre sont les paramètres nécessaires pour développer la corrosion : 1-Anode; 2-Cathode; 3-Conducteur et 4-Électrolyte.

L'anode et la cathode sont toujours présentes dans l'acier, grâce à la différence de potentiel causé par a) l'utilisation de l'acier de différentes compositions sur un même élément structural ou bien b) l'utilisation des aciers pliés (rencontré souvent dans le cas de l'utilisation du béton armé et/ou des profilés). En plus l'électrolyte est aussi présente Grâce à l'humidité de l'air (dans le cas des profilés) ou à la présence d'eau (dans le cas du béton armé). Le conducteur est aussi toujours rencontré, car l'acier est un matériau métallique qui conduit bien l'électricité. Enfin, on ira avoir toujours toutes les conditions nécessaires pour que la corrosion tienne place dans les éléments structuraux en acier.

En présence de ces contaminants, l'anode présente dans l'acier produit une réaction d'oxydation du fer et la cathode présente dans l'acier produit une réduction d'oxygène ce qui donne le produit de corrosion. La formation des produits de corrosion est un mécanisme expansif, alors les produits formés gonflent et causent des contraintes de traction et fissuration du béton. Il existe plusieurs stratégies pour contrôler la corrosion générale (uniforme), localisée (ponctuelle) et galvanique de l'acier :

- l'utilisation d'un enduit protecteur comme la peinture et l'époxy qui agit comme barrière à l'humidité
- acier résistance à la corrosion, comme l'acier inox
- protection cathodique en utilisant une ligne électrique
- enduit protecteur sacrificiel

16. Est-ce qu'on utilise l'aluminium pour la construction des ouvrages ? Montrez les avantages et inconvénients de ce matériau.

L'aluminium est principalement utilisé pour des applications architecturales. Il est un matériau léger, à un rapport résistance poids élevé et a une haute résistance à la corrosion. Cependant il est préférable toujours d'utiliser l'acier puisqu'il a un coût élevé ainsi qu'un faible module d'élasticité, résistance et ductilité, quand comparé à l'acier.