



अन्नधान्य पूर्वप्रक्रियेसाठी स्वयंचलित यंत्रणा



यंत्र-तंत्राचा प्रवास

लेख १०८

डॉ. सचिन नलावडे

अन्नधान्यांच्या स्वच्छता, खडे वेगळे करणे आणि प्रतवारीनंतर पॅकिंगही तितकेच महत्त्वाचे असते. पॅकिंग केलेल्या धान्यांची साठवणूक करतानाही स्वयंचलित यंत्रे, संवेदकांचा वापर उपयोगी ठरतो.

अन्नधान्यांच्या बाबतीत पॅकिंग म्हणजे धान्य पिशव्यांमध्ये भरणे होय. स्वच्छ झालेले धान्य योग्य वजन करून पिशव्यांमध्ये भरण्याच्या कामासाठीही खूप मनुष्यबळ लागते. हे काम अचूक होणेही तितकेच महत्त्वाचे असते. यासाठी उपलब्ध असलेल्या स्वयंचलित यंत्राची माहिती घेऊ.

पिशव्या भरण्याचे स्वयंचलित यंत्र

पिशव्या भरण्यापूर्वी धान्याचे वजन करून भरण्यासाठी ऑटोमॅटिक वॉगिंग यंत्रामध्ये लोड सेल्स ही वजन मापक



ऑटोमॅटिक बॅग फिलिंग मशिन

संवेदक यंत्रणा वापरली जाते. हा एक इलेक्ट्रो-मेकॅनिकल सेन्सर आहे. त्याचे मुख्य कार्य बल (फोर्स) किंवा वजन मोजून त्याचे रूपांतरण वाचता येण्याजोग्या विद्युत सिग्नलमध्ये करण्याचे असते. हे लोड सेल वजन काटा जिथे बॅग ठेवली जाते, तिथेच जोडलेले असते.

लोड सेलचे तत्त्व

लोड सेल हे सामान्यतः लांबीनुसार बदलणारा विद्युत रोध (स्ट्रेन गेज) तंत्रज्ञानावर आधारित असते.

- लवचिक घटक आणि स्ट्रेन गेज : लोड सेलमध्ये

एक लवचिक घातूचा घटक असतो. ज्याला सिंग इलेमेंट किंवा बीम म्हणतात. या लवचिक घटकावर अत्यंत पातळ असलेले रेझिस्टन्स स्ट्रेन गेजेस (Resistance Strain Gauges) निश्चितपणे जोडलेले असतात.

- बल आणि विकृती (फोर्स आणि डिफॉर्मेशन) : जेव्हा धान्याचे वजन लोड सेलवर (म्हणजे वजनदार भांड्यात किंवा बॅगमध्ये) पडते, तेव्हा हा लवचिक घटक किंचितसा वाकतो किंवा विकृत होतो. ही विकृती साध्या डोळ्यांनी दिसत नाही, पण ती होते.
- विद्युत अवरोधामध्ये बदल : लवचिक घटकामध्ये झालेल्या बदलामुळे त्यावर जोडलेले स्ट्रेन गेज देखील ताणले जातात किंवा संकुचित होतात. स्ट्रेन गेजच्या आकारात बदल झाल्यामुळे, त्यांच्या विद्युत अवरोधामध्ये बदल होतो. हे बदल ठेवलेल्या वजनाच्या श्रेट प्रमाणात असतात.
- व्हीटस्टोन ब्रिज सर्किट : हे स्ट्रेन गेज सामान्यतः व्हीटस्टोन ब्रिज सर्किट नावाच्या विशेष विद्युत सर्किटमध्ये जोडलेले असतात. वजन ठेवले असला विद्युत अवरोधामध्ये बदल होतो, तेव्हा या सर्किटमध्ये व्हीटस्टोन आउटपुट तयार होते. हे व्हीटस्टोन लॉ केलेल्या वजनाचे प्रमाण दर्शवते.
- सिग्नल प्रोसेसिंग : हा कमी व्हीटस्टोन सिग्नल नंतर ऑप्लिफायर आणि कंट्रोलर (उदा. PLC) द्वारे वाचला जातो. त्यावर प्रक्रिया केल्यानंतर अंतिम वजन म्हणून प्रदर्शित केला जातो. कंट्रोलर या वजनाच्या आधारावर

धान्य पुर्वठा थांबवण्यासाठी आणि बॅग हलविण्यासाठी यंत्रणा संदेश देतो.

लोड सेलचे कार्य

पिशवीमध्ये पडणाऱ्या धान्याचे वजन अचूक मोजणे. (उदा. बरोबर ५० किलो झाले की धान्य पडणे थांबते). त्यासाठी स्वयंचलित धान्य वॉगिंग मशिनमध्ये लोड सेल खालील महत्त्वपूर्ण कार्ये करतो:

- अचूक वजन मापन : हे सर्वात महत्त्वाचे कार्य आहे. लोड सेल धान्याचे वास्तविक वजन अत्यंत अचूकपणे मोजते. (उदा. $\pm 0.2\%$ अचूकता).
- ऑटोमेशन आणि नियंत्रण : लोड सेलने मोजलेले वजन कंट्रोलर (PLC) पाठवले जाते. जेव्हा वजन लक्ष्य वजनाच्या जवळ येते, तेव्हा कंट्रोलर धान्याचा प्रवाह जलद प्रवाहातून कमी प्रवाहाकडे बदलण्यासाठी फिडिंग यंत्रणेला आदेश देतो. जेव्हा अचूक वजन भरले जाते, तेव्हा लोड सेलच्या सिग्नलनुसार कंट्रोलर धान्याचा पुर्वठा पूर्णपणे थांबवतो.
- सातत्य : प्रत्येक बॅगमध्ये निश्चित आणि एकसमान वजन भरले जाईल, याची खात्री लोड सेल करतो. त्यामुळे धान्याचा अपत्यय कमी होतो. पॅकिंगच्या नियमांचे पालन होते.
- अतिभार/कमी भार तपासणी (ओव्हर/अंडर वेट टेस्टिंग) : लोड सेल सतत वजन तपासत असल्यामुळे, मशिन ओव्हर-वेट (जास्त वजन) किंवा अंडर-वेट (कमी वजन) असलेल्या बॅग ओळखू शकते. त्यामुळे उत्पादनाची गुणवत्ता राखण्यास मदत होते.

धातू तपासणी यंत्रणा (मेटल डिटेक्टर)

सेन्सर : इंडक्टिव्ह सेन्सर तत्त्व

धान्यातील धातूची ओळख पटविण्याचे कार्य इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक इंडक्शन या भौतिकशास्त्राच्या नियमावर आधारित आहे.

- ट्रान्समिटींग कॉइल : डिटेक्टरच्या आत एक किंवा अधिक कॉइल्स (तारांचे वेढेले) असतात. यातील एक कॉइल 'उत्पादक कॉइल' म्हणून कार्य करते. या कॉइलमधून जेव्हा अल्ट्राहائی फ्रिक्वेंसी (AC) पास होतो, तेव्हा ती तिच्या सभोवती एक स्थिर, उच्च-फ्रिक्वेंसीचे इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक क्षेत्र निर्माण करते.
- धान्याचा प्रवाह : तपासले जाणारे धान्य (उदाहरणार्थ, सायलेंटून खाली पडताना 'प्रीव्हिटी फॉल' पद्धतीने किंवा कन्व्हेअर बेल्टवरून जात असताना) या इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक क्षेत्रामधून जाते.
- धातूचा हस्तक्षेप (मेटल इंडरफेरन्स) : जोपर्यंत धान्य शुद्ध असते, तोपर्यंत इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक क्षेत्रात कोणताही बदल होत नाही. परंतु जेव्हा धातूचा एखादा कण (दूषित पदार्थ) या क्षेत्रातून जातो, तेव्हा एडी करंट्स निर्माण होतात. हे एडी करंट्स मूळ चुंबकीय क्षेत्राच्या विरुद्ध दिशेने एक नवीन चुंबकीय क्षेत्र निर्माण करतात.
- प्राथमिक रिसिव्हिंग कॉइल : डिटेक्टरमध्ये 'प्राथमिक कॉइल्स'चा एक संच असतो. (सहसा तीन कॉइल्स : एक ट्रान्समीटर आणि दोन रिसीव्हर). जेव्हा धातूचा कण जातो, तेव्हा या एडी करंट्समुळे प्राथमिक कॉइल्समधील चुंबकीय क्षेत्रात आणि त्यामुळे त्यांच्या व्हीटस्टोनमध्ये



धान्य साठवणीतील धातू बाजूला काढण्यासाठी मेटल डिटेक्टर मशिन.

अचानक बदल होतो.

- सिग्नल आणि प्रतिक्रिया : हा व्हीटस्टोनमधील बदल डिटेक्टरच्या नियंत्रण सर्किटद्वारे त्वरित ओळखला जातो. हे सर्किट चेतावणी देते आणि बहुतांशी, दूषित धान्य त्वरित उत्पादन प्रवाहातून बाहेर काढण्यासाठी स्वयंचलित अस्वीकृती यंत्रणा कार्यान्वित करते.

कार्ये

धान्य साठवणुकीमध्ये आणि अन्नप्रक्रिया उद्योगात

मेटल डिटेक्टर (धातू शोधक) वापरणे अत्यंत महत्त्वाचे आहे. हे डिटेक्टर धान्यात मिसळलेले लोखंडाचे तुकडे, नट, बोल्ट, खिळे किंवा इतर धातूचे कण शोधून काढतात. यामुळे अंतिम उत्पादनाची गुणवत्ता राखली जाते आणि ग्राहकांचे आरोग्य सुरक्षित राहते. त्याच प्रमाणे उत्पादन प्रक्रियेतील महागड्या मशिनरीचे नुकसान टाळते.

मेटल डिटेक्टरमध्ये वापरले जाणारे कॉइल्स आणि सेन्सर हे मूलतः इंडक्टिव्ह सेन्सरचेच एक मोठे रूप आहेत.

धान्य साठवणुकीतील मेटल डिटेक्टरमध्ये त्यांचे

कार्ये खालीलप्रमाणे आहे.

इंडक्टिव्ह सेन्सर (म्हणजेच डिटेक्टरमधील कॉइल प्रणाली) धातूच्या कणांना कोणत्याही शारीरिक संपर्काशिवाय, फक्त चुंबकीय क्षेत्रातील बदलांमुळे ओळखतात. धान्य प्रवाहाची गती कायम राखली जाते आणि सेन्सरची झीज होत नाही.

- एडी करंट्स निर्माण करणे : धातूचा कण कॉइलच्या क्षेत्रात येताच, तो एडी करंट्स निर्माण करतो. त्यामुळे चुंबकीय क्षेत्रात बदल घडून येतो. हे एडी करंट्सच धातूच्या उपस्थितीचा निर्णायक पुरावा आहेत. यामुळे लोखंडाव्यतिरिक्त अल्युमिनियम किंवा तांबे यांसारखे धातूही शोधता येतात.
- सिग्नलची क्षमता निश्चित करणे : इंडक्टिव्ह सेन्सर अत्यंत संवेदनशील असतात. ते धातूच्या कणांच्या आकारानुसार आणि प्रकारानुसार व्हीटस्टोनमध्ये होणारा सूक्ष्म बदल ओळखतात. यामुळे धान्यात मिसळलेले अगदी लहान धातूचे कण (उदा. ०.५ मिमीपेक्षा लहान तुकडे) देखील शोधता येतात.
- स्वयंचलित नियंत्रण प्रणाली सक्रिय करणे : जेव्हा सेन्सरच्या आउटपुटमध्ये विशिष्ट मर्यादितपेक्षा जास्त बदल होतो, तेव्हा ते एक डिजिटल सिग्नल नियंत्रण युनिटला पाठवतात. या सिग्नलमुळे अलार्म वाजतो किंवा धान्य प्रवाहातील 'रिज्क्शन गेट' उघडले जाते, त्यामुळे दूषित धान्य बाजूला काढले जाते. थोडक्यात, इंडक्टिव्ह सेन्सर हे मेटल डिटेक्टरचे हृदय आहेत. ते इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक ऊर्जेचा वापर करून धान्य प्रवाहातून अत्यंत कार्यक्षमतेने आणि वेगाने धातूचे दूषित पदार्थ काढून टाकण्याचे काम करतात.